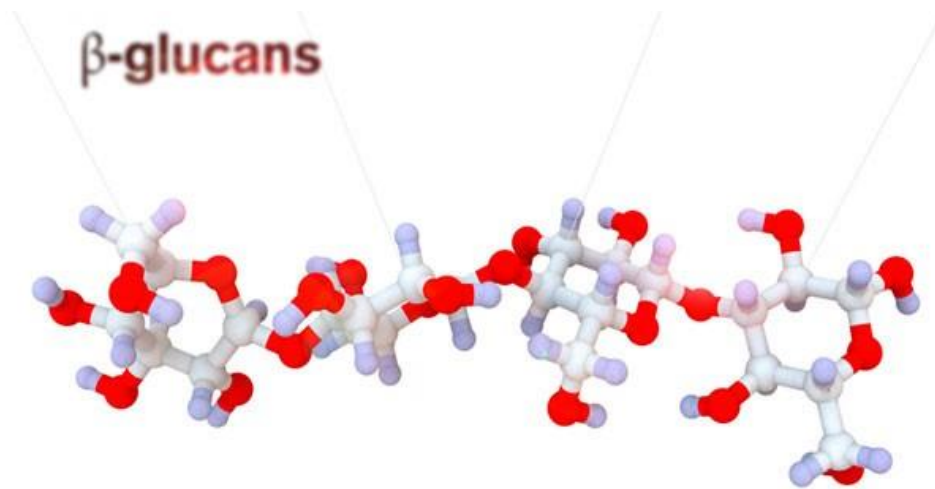


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

*Οι β-γλυκάνες στη βρώμη και σεμανιτάρια *Pleurotus**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
Δουκλιά Αμαλία



Επιβλέπων καθηγητής : Βαρζάκας Θεόδωρος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....σελ. 4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....σελ. 5
ABSTRACT.....σελ. 6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο . ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ. 7
1.1. Οι β- γλυκάνες.....σελ. 8
1.2. Χημική σύσταση Β-γλυκάνης.....σελ. 10
1.3. Πηγές β-γλυκάνης.....σελ. 13
1.4. Β-γλυκάνη και υγεία.....σελ. 13
1.4.1. Β-γλυκάνη και χοληστερόλη.....σελ. 14
1.4.2. Β-γλυκάνη και διαβήτης.....σελ. 14
1.4.3. Β-γλυκάνη και πιθανή θετική συμβολή σε ορισμένες μορφές καρκίνων και μελέτες σε επιδράσεις σε όγκους.....σελ. 15
1.4.4. Η συμβολή της β-γλυκάνης στη καλή λειτουργία του εντέρου.....σελ. 16
1.4.5. Η συμβολή της β-γλυκάνης στον έλεγχο του σωματικού βάρους.....σελ. 17
1.5. Εφαρμογές β-γλυκανών σε τρόφιμα.....σελ. 17
1.5.1. Εφαρμογή β-γλυκανών ως μιμητικά λίπους, σταθεροποιητές και παχυρευστοποιητές.....σελ. 18
1.5.2. Εφαρμογή σε προϊόντα αρτοποιίας.....σελ. 19
1.5.3. Εφαρμογή σε ζυμαρικά.....σελ. 21
1.5.4. Εφαρμογή σε μη-γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν ως βάση τη βρώμη.....σελ. 22
1.5.5. Εφαρμογή σε γαλακτοκομικά προϊόντα.....σελ. 22
1.6. Απομόνωση β-γλυκανών.....σελ. 26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο . ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.	Εγκεκριμένοι ισχυρισμοί υγείας για τις β-γλυκάνες.....σελ.	29
----	--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

3.	Βρώμη – Θρεπτική αξία.....σελ.	34
----	--------------------------------	----

3.1.	Η χρήση της βρώμης στη καθημερινότητα.....σελ.	38
------	--	----

3.1.1.	Παρενέργειες της βρώμης	σελ. 39
--------	-------------------------------	---------

3.2.	Βρώμη και β-γλυκάνη.....σελ.	40
------	------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

4.	Μανιτάρι – Θρεπτική αξία.....σελ.	41
----	-----------------------------------	----

4.1.	Μανιτάρια <i>Pleurotus Citrinopileatus</i>σελ.	45
------	--	----

4.2.	Μανιτάρια <i>Pleurotus Ostreatus</i>σελ.	47
------	--	----

4.3.	Μανιτάρια και β-γλυκάνη.....σελ.	48
------	----------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.	Υλικά και Μέθοδοι.....σελ.	51
----	----------------------------	----

5.1.	Μηχάνημα Φυγοκέντρησης.....σελ.	51
------	---------------------------------	----

5.1.1.	Αρχή λειτουργίας	σελ. 53
--------	------------------------	---------

5.2.	Μηχάνημα Λυοφιλίωσης.....σελ.	54
------	-------------------------------	----

5.3.	Μέθοδος εξαγωγής β-γλυκάνης από βρώμη.....σελ.	55
------	--	----

5.4.	Μέθοδος εξαγωγής β-γλυκάνης από μανιτάρια.....σελ.	57
------	--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1.	Τι είναι το NMR.....σελ.	59
------	--------------------------	----

6.2.	Αποτελέσματα – Συμπεράσματα.....σελ.	62
------	--------------------------------------	----

	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.	65
--	-----------------------	----

Εικόνα 1 : Μόριο Γλυκόζης, σημειογραφία αρίθμηση άνθρακα και προσανατολισμού β.....σελ.	11
Εικόνα 2 : Βρώμη.....σελ.	37
Εικόνα 3 : Μανιτάρι <i>Pleurotus Citrinopileatus</i>σελ.	46
Εικόνα 4 : Μανιτάρι <i>Pleurotus Ostreatus</i>σελ.	47
Εικόνα 5 : Η δομή κυτταρικού τοιχώματος μύκητα.....σελ.	48
Εικόνα 6 : Μανιτάρι <i>Shiitake</i>σελ.	50
Εικόνα 7 : Μανιτάρι <i>Reish</i>σελ.	50
Εικόνα 8 : Μηχανήματα φυγοκέντρωσης.....σελ.	54
Εικόνα 9 : Σχηματικό διάγραμμα θαλάμου λυοφιλίωσης.....σελ.	55
Εικόνα 10 : Μηχανήματα NMR. Δεξιά, μηχανήματα NMR 300 OXFORD. Αριστερά, μηχανήματα NMR 600 BRUKER.....σελ.	62
Εικόνα 11 : Η NMR φάσμα της β-γλυκόζης <i>PleurotusCitrinopileatus</i>σελ.	63
Εικόνα 12 : Η NMR φάσμα της β-γλυκόζης σε βρώμη, <i>PleurotusCitrinopileatus</i> και <i>Pleurotus Ostreatus</i>σελ.	63
Σχήμα 1 : Γενικευμένη μοριακή δομή (1→3), (1→4)-β-D-γλυκανών.....σελ.	9
Σχήμα 2 : Εξαγωγή β-γλυκόζης από βρώμη.....σελ.	57
Σχήμα 3 : Εξαγωγή β-γλυκόζης από <i>Pleurotus Ostreatus</i>σελ.	58
Πίνακας 1 : Β-γλυκόζη Δομή ανά πηγή.....σελ.	12

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ.Βαρζάκα Θεόδωρο για τη διαρκή επίβλεψη του. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους ανθρώπους που είναι γύρω μου, για την κατανόηση, την αγάπη και την υλική συμπαράσταση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ελευθεριάδη Λευτέρη στον οποίο είναι αφιερωμένη αυτή η εργασία , για την πολύτιμη βοήθεια του και για τις πολύτιμες υποδείξεις του. Καλό ταξίδι κύριε Λευτέρη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι β-γλυκάνες είναι σύνθετοι πολυσακχαρίτες με δομική μονάδα τη γλυκόζη. Αποτελούν σημαντικό συστατικό, το οποίο συναντάται κυρίως στα κυτταρικά τοιχώματα του κριθαριού και της βρώμης και λιγότερο στα υπόλοιπα σιτηρά. Μελέτες της δομής και των ιδιοτήτων των γλυκανών άρχισαν να δημοσιεύονται από τους ερευνητές στην προσπάθεια να ταυτοποιηθεί ο ρόλος τους στη βιομηχανία. Από την άλλη πλευρά, ο ευεργετικός ρόλος των β-γλυκανών στη διατροφή του ανθρώπου αποδεικνύεται ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Οι β-γλυκάνες ανήκουν στην κατηγορία των διαιτητικών ινών οι οποίες δεν είναι πεπτές από τον ανθρώπινο οργανισμό, λόγω της έλλειψης του σχετικού ενζύμου (γλυκανάση) που υδρολύει το β-γλυκοζιτικό δεσμό. Διατροφικές μελέτες έδειξαν ότι, αύξηση των διαλυτών διαιτητικών ινών, όπως οι διαλυτές γλυκάνες, μειώνουν τον κίνδυνο που προκαλούν τα αυξημένα επίπεδα χοληστερόλης του αίματος, ρυθμίζουν την ανταπόκριση σε γλυκόζη και ινσουλίνη και την υψηλή αρτηριακή πίεση. Επίσης, οι β-γλυκάνες βρίσκονται και στα μανιτάρια καθώς οι β-γλυκάνες είναι πολυμερή της γλυκόζης, ενωμένα με (β-1,3), (β-1,4) και (β-1,6) γλυκοζιδικούς δεσμούς και οι (β-1,3) και (β-1,6) γλυκάνες είναι οι πλέον αποτελεσματικές στην ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού μας συστήματος και ως κύριες πηγές είναι τα μανιτάρια και οι ζύμες. Στη παρούσα εργασία μελετήθηκε η εξαγωγή της β-γλυκάνης από βρώμη και από μανιτάρια και το NMR φάσμα τους.

ABSTRACT

Beta-glucans are complex polysaccharides module glucose. They are an important component, which occurs primarily in the cell walls of barley and oats, and less in the other grain. Studies of the structure and properties of glucans began to be published by researchers in an attempt to identify their role in the industry. On the other hand, the beneficial role of beta-glucan in the diet proved increasingly in recent years. Beta-glucans in the category of dietary fibers which are not digested by the human body, due to the lack of the relevant enzyme (glucanase) which hydrolyses beta-glycosidic bond. Nutritional studies have shown that increasing dietary soluble fiber, including soluble glucans reduce the risk caused by high blood cholesterol levels, regulate the response to glucose and insulin and high blood pressure. Also, beta-glucans are found in mushrooms as beta-glucans are glucose polymers, linked by beta-1,3, beta-1,4 and beta-1,6 glycosidic bonds and beta-1,3 And beta-1,6 glucans are most effective in activating the immune system and main sources are mushrooms and the yeast. In this study, the extraction of beta-glucan from oats and mushrooms and their NMR.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

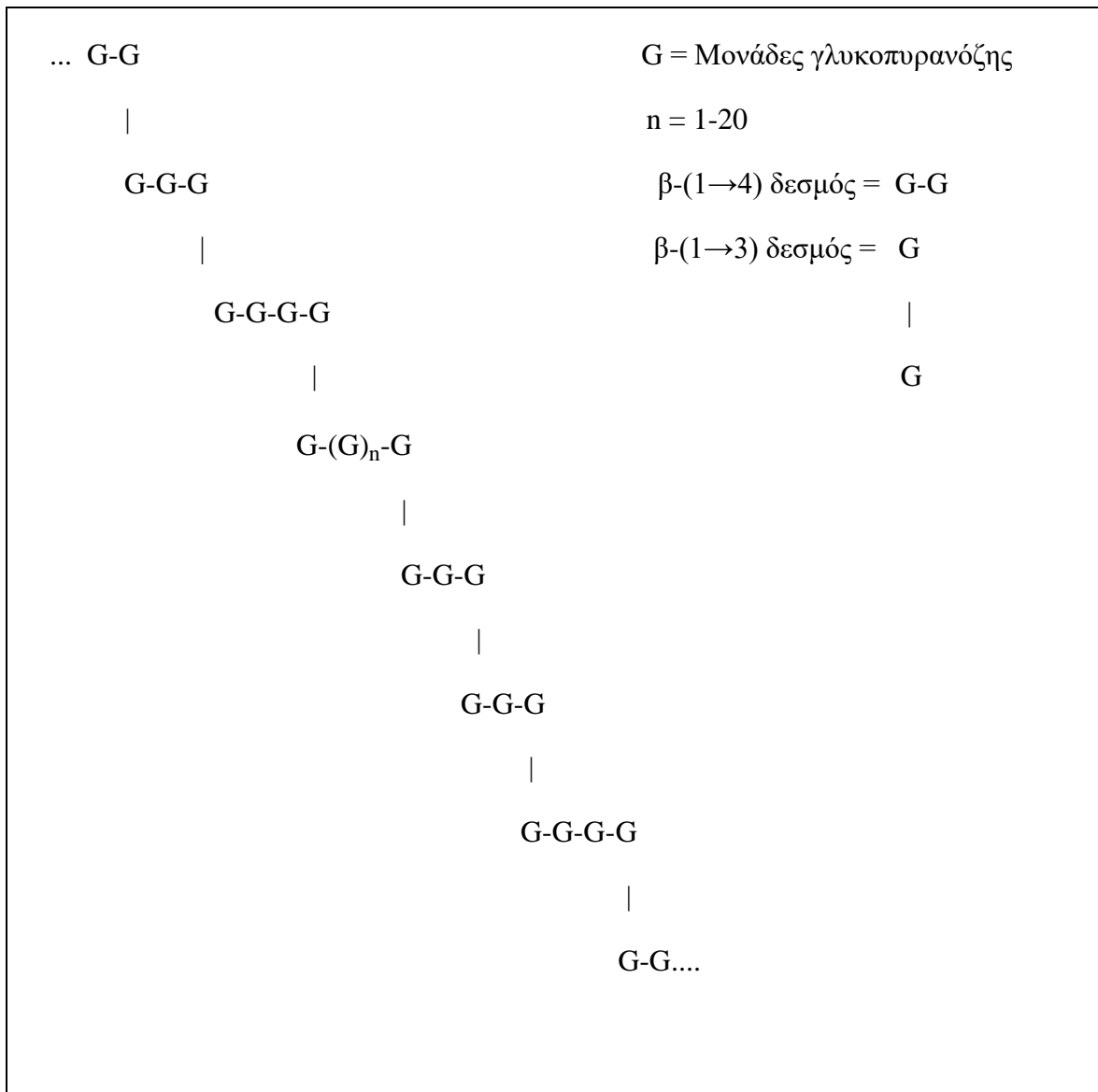
Οι β-γλυκάνες είναι βασικά συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων του ενδοσπερμίου των πιο σημαντικών δημητριακών, π.χ., κριθάρι, βρώμη, σιτάρι, ρύζι, σίκαλη. Οι β-γλυκάνες δημητριακών είναι γραμμικοί ομοπολυσακχαρίτες οι οποίοι αποτελούνται από μονάδες D-γλυκοκυρανόζης που ενώνονται με δύο τύπους γλυκοζιτικών δεσμών : β-(1→4) και β-(1→3) (Cui, 2001). Οι β-γλυκάνες δημητριακών εμφανίζουν ποικιλία όσον αφορά τα μοριακά/δομικά χαρακτηριστικά, όπως το μέγεθος του μορίου. Τα μοριακά χαρακτηριστικά των β-γλυκανών προσδιορίζουν τις φυσικές ιδιότητες τους, όπως η υδατοδιαλυτότητα, η ικανότητα διασποράς, το ιξώδες και οι ιδιότητες πήξης. Οι φυσικές και φυσιολογικές ιδιότητες των β-γλυκανών εμφανίζουν ιδιαίτερη εμπορική και διατροφική σημασία. Το αυξημένο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια για τις β-γλυκάνες οφείλεται στην αποδοχή τους ως λειτουργικά τρόφιμα και βιονεργά συστατικά (Wood, et al., 1994a; Braaten, et al., 1994; Klopfenstein, 1998).

Τα τελευταία χρόνια γίνονται πολλές προσπάθειες να αυξηθεί η ποσότητα β-γλυκάνης που χρησιμοποιείται στα τρόφιμα λόγω της ευεργετικής φυσιολογικής λειτουργίας των πολυσακχαριτών αυτών. Έτσι, πλούσια σε β-γλυκάνη κλάσματα δημητριακών ή/και καθαρή β-γλυκάνη, ενσωματώθηκαν με επιτυχία σε διάφορα προϊόντα όπως δημητριακά πρωϊνού, ζυμαρικά και προϊόντα αρτοποιίας, καθώς και σε προϊόντα γαλακτοκομικά και προϊόντα κρέατος (Inglett, 1990; Newman, et al., 1990; Knuckles, et al., 1997; Marconi, et al., 2000; Cavallero, et al., 2002; Lyly, et al., 2003; Volikakis, et al., 2004). Σκοπός της εργασίας είναι να γνωρίσουμε περισσότερο τη β-γλυκάνη η οποία βρίσκεται στη βρώμη και στα μανιτάρια καθώς είναι γνωστό πλέον πως η β-γλυκάνη βρίσκεται και στα δύο τρόφιμα.

1.1. Οι β-γλυκάνες

Ο πολυσακχαρίτης (1→3), (1→4)-β-D-γλυκάνες, δηλαδή η β-γλυκάνη, βρίσκεται στα κυτταρικά τοιχώματα της αλευρώνης και του ενδοσπερμίου των φυτών της οικογένειας Graminae καθώς και σε ορισμένες λειχήνες. Το κριθάρι και η βρώμη είναι από τα δημητριακά με τα υψηλότερα επίπεδα β-γλυκάνης. Τα επίπεδα β-γλυκάνης επηρεάζονται τόσο από γενετικούς όσο και από περιβαλλοντικούς παράγοντες (π.χ. το επίπεδο αζώτου του εδάφους και τη βροχόπτωση) (Cervantes-Mertinez, et al., 2001). Οι β-γλυκάνες κριθαριού μελετήθηκαν λεπτομερώς λόγω του ότι το ιξώδες τους προκαλεί προβλήματα στη ζυθοποιία, όπως, επιβράδυνση της βυνοποίησης, μείωση της απόδοσης κατά τη ζύμωση της βύνης, σχηματισμό θολώματος και ζελατινώδους ιζήματος στην αποθηκευμένη μύρα, (Manzanares & Sendra, 1996), καθώς και στην απόδοση του κριθαριού όταν αυτό προορίζεται για τη διατροφή των πουλερικών διότι επηρεάζει την πρόσληψη της τροφής, το επίπεδο ανάπτυξης και την ικανότητα μετατροπής της τροφής (Christensen, et al., 2001; Aman & Graham, 1987).

Τα τελευταία χρόνια δόθηκε μεγαλύτερη προσοχή στη β-γλυκάνη από βρώμη λόγω του ότι προκαλεί μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης (Braaten, et al., 1994), αλλά και γιατί μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, κάτι το οποίο είναι πολύ σημαντικό για τα άτομα που πάσχουν από διαβήτη (Wood, et al., 1994b). Επίσης, οι β-γλυκάνες εμφανίζουν και τεχνολογικό ενδιαφέρον. Λόγω των ρεολογικών ιδιοτήτων τους έχουν προταθεί ως υδροκολλοειδή τροφίμων. Ακόμα, οι β-γλυκάνες, σχηματίζουν πηκτώματα κάτω από ορισμένες συνθήκες. Μπορούν επίσης, να χρησιμοποιηθούν ως παχυρευστοποιητές προκειμένου να τροποποιήσουν την υφή και την εμφάνιση σε σάλτσες, ντρέσινγκ σαλατας και παγωτά ή να χρησιμοποιηθούν ως μιμητικά λίπους στη παραγωγή τροφίμων με χαμηλά λιπαρά (Inglett, 1990; Inglett&Grisamore, 1991). Οι παραπάνω φυσιολογικές και φυσικές ιδιότητες των β-γλυκανών, εξαρτώνται κυρίως από τα μοριακά τους χαρακτηριστικά.



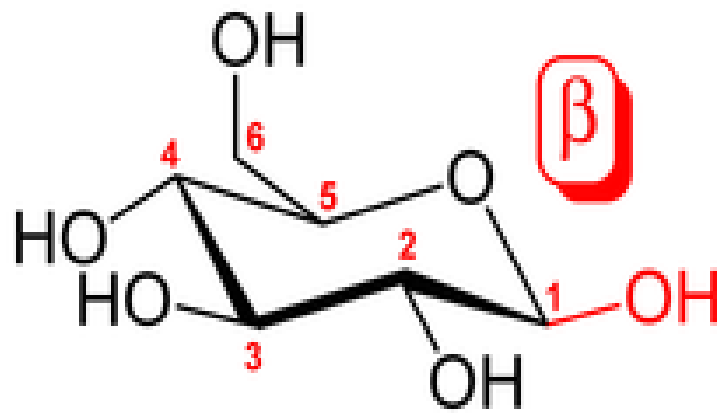
Σχήμα 1. Γενικευμένη μοριακή δομή (1→3), (1→4) β-D-γλυκανών

1.2. Χημική σύσταση της β-γλυκάνης

Οι γλυκάνες διατεταγμένες σε έξι όψης δακτύλιους D-γλυκόζη συνδέονται γραμμικά σε ποικίλες θέσεις άνθρακα ανάλογα με την πηγή, αν και συνηθέστερα β-γλυκάνες περιλαμβάνουν (1-3)-γλυκοζιτικό δεσμό στο σκελετό τους. Αν και τεχνικά οι β-γλυκάνες είναι αλυσίδες πολυσακχαριτών D-γλυκόζης και συνδέονται με β-τύπου γλυκοσιδικούς δεσμούς, κατά συνθήκη δεν είναι όλες πολυσακχαρίτες, οι β-D-γλυκόζη κατηγοριοποιούνται ως β-γλυκάνες. Η κυτταρίνη συνήθως θεωρείται β-γλυκάνη αλλά δεν είναι, καθώς είναι αδιάλυτη και δεν παρουσιάζει τις ίδιες φυσικοχημικές ιδιότητες όπως άλλα δημητριακά ή ζυμομύκητες β-γλυκάνων. Ορισμένα μόρια β-γλυκάνων διακλαδίζονται με τις πλευρικές αλυσίδες γλυκόζης που συνδέονται με άλλες θέσεις στην κύρια αλυσίδα D-γλυκόζης, η οποία είναι διακλάδωση του σκελετού β-γλυκάνης. Επιπλέον, αυτές οι πλευρικές αλυσίδες μπορούν να συνδεθούν με άλλους τύπους μορίων, όπως πρωτεΐνες, σαν τον πολυσακχαρίτη-K.

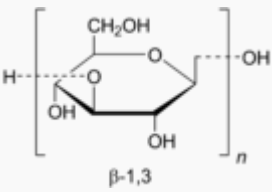
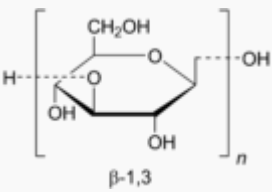
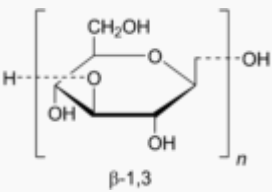
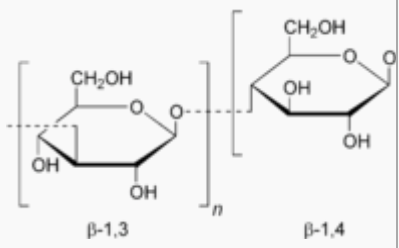
Οι πιο κοινές μορφές των β-γλυκάνων είναι εκείνες που περιλαμβάνουν μονάδες D-γλυκόζης με β-1,3 δεσμούς. Ζύμες και μύκητες β-γλυκάνες περιέχουν 1-6 πλευρικές διακλαδώσεις, ενώ οι β-γλυκάνες από τα δημητριακά περιέχουν και τους δύο δεσμούς β-1,3 και β-1,4. Η συχνότητα, η τοποθεσία, και το μήκος των πλευρικών αλυσίδων μπορεί να παίζουν ρόλο στην ανοσορρύθμιση. Οι διαφορές στο μοριακό βάρος, το σχήμα και τη δομή των β-γλυκάνων υπαγορεύουν τις διαφορές στην βιολογική δραστηριότητα τους (<https://en.wikipedia.org/wiki/Beta-glucan15/11/15>). Οι (1→3), (1→4)-β-D-γλυκάνες των κυτταρικών τοιχωμάτων των σπόρων των δημητριακών είναι γραμμικοί ομοπολυσακχαρίτες που απαντώνται στα κυτταρικά τοιχώματα του ενδοσπερμίου και της στοιβάδας της αλευρώνης. Οι (1→3), (1→4)-β-D-γλυκάνες αποτελούνται από μονάδες D-γλυκοκυρανόζης ενωμένες με δύο τύπους γλυκοζιτικών δεσμών, τους β-(1→4) σε ποσοστό περίπου 70% και τους β-(1→3) σε ποσοστό περίπου 30% (Cui, 2001). Οι (1→3) και (1→4) δεσμοί δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη αλληλουχία στο μόριο της β-γλυκάνης, αλλά κατανέμονται τυχαία (Varum, et al., 1988). Οι β-(1→4) δεσμοί καθιστούν τον πολυσακχαρίτη άκαμπτο, αδιάλυτο στο νερό, του προσδίδουν συμπεριφορά παρόμοια

με αυτή της κυτταρίνης και κανονικότητα στη διαμόρφωση. Αντιθέτως, οι β -(1 \rightarrow 3) δεσμοί φαίνεται ότι διαταράσσουν την κανονικότητα στη διαμόρφωση του μορίου και διαφοροποιούν το μόριο των β - γλυκανών από εκείνο της κυτταρίνης, προσδίδοντάς του ταυτόχρονα διαλυτότητα και ευλυγισία (Buliga, et al., 1986)



Εικόνα 1: Μόριο Γλυκόζης, σημειογραφία αρίθμηση άνθρακα και προσανατολισμού β .

Πίνακας 1 : β-γλυκάνη Δομή ανά πηγή

Πηγή	Διάταξη μορίου	Διακλάδωσεις	Διαλυτότητα στο νερό
Βακτήρια	 <p style="text-align: center;">β-1,3</p>	Καμία	Αδιάλυτο
Μύκητας	 <p style="text-align: center;">β-1,3</p>	Διακλαδίζονται β-1,6 (short)	Αδιάλυτο
Ζύμη	 <p style="text-align: center;">β-1,3</p>	Διακλαδίζονται β-1,6 (long)	Αδιάλυτο
Δημητριακά	 <p style="text-align: center;">β-1,3 β-1,4</p>	Καμία	Διαλυτό

1.3. Πηγές β-γλυκάνης

Πολλές πηγές για την β-γλυκάνη έχουν καταγραφεί από τους ερευνητές. Οι κυριότερες πηγές για αυτό το πολύτιμο λειτουργικό συστατικό περιλαμβάνονται στα δημητριακά μεταξύ αυτών στη βρώμη, στα σιτηρά και στο κριθάρι που έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε β-γλυκάνη από άλλες πηγές. Σε σπόρους δημητριακών, η υψηλότερη περιεκτικότητα σε β-γλυκάνη βρίσκεται στο κριθάρι (2 -11%) και στη βρώμη (2 -7,5%), ενώ για το σιτάρι και τη σίκαλη βρίσκεται σε λιγότερη περιεκτικότητα που μπορεί να κυμαίνεται από 0.5-1% και 1.4 - 2.6%, αντίστοιχα.

Μεταξύ αυτών των πηγών β-γλυκάνης ενδέχεται να διαφέρουν από ποικιλία σε ποικιλία (Asif, et al., 2012). Οι β-γλυκάνες με τη συχνότερη μελέτη που προέρχονται από μανιτάρια είναι από *Lentinus edodes* που περιλαμβάνουν λεντινάνη, από *Grifola frondosa* που περιλαμβάνουν grifolan (ονομάζεται επίσης GRN και grifolan LE), από *Schizophyllum* κοινότητα που περιλαμβάνουν σχιζοφυλλάνες (Ονομάζεται επίσης SPG, sonifilan, Zofran, και sizofilan), από *Sclerotinia sclerotiorum*, και β-γλυκάνες απομονωμένες από *Pleurotus ostreatus* που ονομάζεται pleuran (Michaela, et al., 2011).

1.4. Β-γλυκάνη και υγεία

Σωτήριες για τον οργανισμό αποδεικνύονται οι β-γλυκάνες, σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, αφού συμβάλλουν στη διατήρηση της σιλουέτας, βελτιώνουν το

λιπιδαιμικό προφίλ του οργανισμού και βοηθούν στη θωράκισή του απέναντι σε πολλές ασθένειες, (Torpy JM, et al., 2006). Οι β-γλυκάνες ανήκουν στις γνωστές σε όλους μας φυτικές ίνες (και πιο συγκεκριμένα στις διαλυτές φυτικές ίνες), που τα τελευταία χρόνια έχουν κερδίσει την προσοχή των επιστημόνων λόγω των ευεργετικών επιδράσεών τους στην υγεία. Λόγω της πολύ χαμηλής έως αμελητέας τοξικότητας τους, έχουν τεράστιες δυνατότητες χρήσης σε μια ποικιλία ασθενειών, όπως λοιμώξεις, κυρίως σε νεοπλασματική ανάπτυξη, στα κρυολογήματα και τις ιώσεις, έως και τα καρδιαγγειακά νοσήματα. Φαίνεται ότι η β-γλυκάνες θα πάρουν επιτέλους τη θέση που τους αξίζει στην διαγνωστική και προληπτική ιατρική (Syed, 2009).

1.4.1. Β-γλυκάνη και χοληστερόλη

Οι β-γλυκάνες, ευνοούν στην αποβολή της χοληστερόλης, μέσω των κοπράνων, μειώνοντας την παραγωγή της από το ήπαρ, με μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης στο αίμα. Ο μηχανισμός δράσης, που έχει προταθεί, σχετίζεται με το ιξώδες των β-γλυκανών, οι οποίες φαίνεται, ότι παρεμβαίνουν στην επαναπορρόφηση των χολικών οξέων, με αποτέλεσμα τη μείωση της χοληστερόλης του πλάσματος. Μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε ζώα απέδωσε τις ενώσεις αυτές υποχοληστερολαιμικές, καθώς και η κατανάλωση της β-γλυκάνης από κριθάρι οδήγησε σε μείωση των επιπέδων της ολικής χοληστερόλης και της LDL («κακής») χοληστερόλης, στην ομάδα που τις καταναλώνει, συγκριτικά με την ομάδα των μαρτύρων.

Άλλες μελέτες σε υπερχοληστερολαιμικά άτομα που ακολουθούσαν μια δίαιτα εμπλουτισμένη με συμπύκνωμα κριθαριού με β-γλυκάνες, δεν έδειξε σημαντική επίδραση. Αντίθετα, άλλες μελέτες τόσο σε υγιή άτομα όσο και σε άτομα με υπερχοληστερολαιμία όπου δεν χρησιμοποιήθηκαν συμπληρώματα β-γλυκάνης, αλλά β-γλυκάνες μέσω τροφίμων (βρώμη, κριθάρι, πίτουρο κριθαριού ή βρώμης), αναφέρουν μείωση των επιπέδων της ολικής και της LDL χοληστερόλης (<http://www.mills.gr/Products.aspx?id=951&lang=el> 21/03/16).

1.4.2. Β-γλυκάνη και διαβήτης

Μια δίαιτα πλούσια σε β-γλυκάνες, μπορεί να βοηθήσει στην ομαλοποίηση της γλυκόζης του αίματος και της ινσουλίνης, και το γεγονός αυτό μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση των καρδιαγγειακών παθήσεων και διαβήτη τύπου 2. Οι β-γλυκάνες, φαίνεται πως, επιβραδύνουν την απορρόφηση των υδατανθράκων στο έντερο, μειώνοντας έτσι τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα μετά τα γεύματα, και προκαλώντας έτσι μείωση των αναγκών σε ινσουλίνη. Συνεπώς, τα δημητριακά που περιέχουν β-γλυκάνες (βρώμη, κριθάρι κλπ), μπορεί να είναι μια καλή επιλογή για άτομα που πάσχουν από διαβήτη τύπου 2.

Αρκετές μελέτες έχουν επίσης αποδώσει στις φυτικές ίνες του κριθαριού μια ευεργετική επίδραση στην ανοχή στη γλυκόζη σε υγιή άτομα, σε άτομα με υπερβολικό βάρος, καθώς και σε άτομα με διαβήτη τύπου 2. Αυτές οι μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση διαφόρων προϊόντων με βάση το κριθάρι (σπόροι, αλεύρι, νιφάδες) μείωσε την αύξηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα και της ινσουλίνης μετά από ένα γεύμα. Επειδή η δυσανεξία στη γλυκόζη σε ένα άτομο μπορεί να εξελιχθεί σε διαβήτη τύπου 2, η κατανάλωση τροφών που προάγουν την καλή ανοχή στη γλυκόζη μπορεί να είναι πολύτιμη. Τρεις από αυτές τις μελέτες χρησιμοποίησαν μια ποικιλία κριθαριού, που είναι ιδιαίτερα πλούσια σε διαλυτές φυτικές ίνες, και η οποία ονομάζεται Prowashonurana.

Αυτή η ποικιλία περιέχει ένα μεγαλύτερο ποσοστό φυτικών ινών και φαίνεται, ότι η επίδραση στον διαβήτη είναι πιο έντονη, από ότι αυτή του κοινού κριθαριού. Οι σπόροι του κριθαριού Prowashonurana περιέχουν 15gr έως 17,7gr β - γλυκάνης ανά

100gr. (<http://www.foodbites.eu/j15/el/trofima/systatika/ydatanthrakes/1417glucans> 11/01/16).

1.4.3. Β-γλυκάνη και πιθανή θετική συμβολή σε ορισμένες μορφές καρκίνου και μελέτες για επιδράσεις σε όγκους

Ο καρκίνος είναι η δεύτερη κύρια αιτία θανάτου στον κόσμο, μετά τη στεφανιαία νόσο. Υπάρχουν αρκετές μελέτες σε ζώα και σε ανθρώπους για τις αντικαρκινικές ιδιότητες της β-γλυκάνης τα τελευταία τριάντα χρόνια, που μπορούμε να παραθέσουμε μόνο ένα μέρος από αυτά (Roger, 2001). Προκαταρκτική έρευνα έδειξε

ότι οι β-γλυκάνες, μπορεί να ενεργοποιήσουν έναν αριθμό κυττάρων και πρωτεϊνών που πιθανόν δρουν εναντίον ορισμένων μορφών καρκίνου.

Επιπλέον, δοκιμές σε ζώα έχουν δείξει ότι οι β-γλυκάνες έχουν δυνατότητες να συμβάλλουν στην μείωση της εξάπλωσης των καρκινικών κυττάρων. Υπάρχουν αρκετές μελέτες, που έχουν δείξει ότι μια διατροφή πλούσια σε φυτικές ίνες όπως είναι οι β-γλυκάνες συνδέεται με χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του εντέρου. Πρέπει όμως να τονίσουμε, ότι παρά τις θετικές ενδείξεις που υπάρχουν έως σήμερα δεν υπάρχουν ακριβή συμπεράσματα και οι έρευνες συνεχίζονται. Το 2009 η *Journal of Hematology and Oncology* προειδοποίησε ότι «δεν υπάρχουν δεδομένα κλινικών δοκιμών με τις απαιτούμενες προϋποθέσεις», σχετικά με την αποτελεσματικότητα των β-γλυκανών σε αγωγή κατά του καρκίνου.

Οι πιθανές δράσεις των β-γλυκανών εναντίων διαφόρων όγκων έχουν μελετηθεί σε διάφορες μελέτες σε *in vitro* και *in vivo* ζωικά μοντέλα. Σε μια μελέτη σε ποντίκια, η β-1,3- γλυκάνη, σε συνδυασμό με γ- ιντερφερόνη ανέστειλε όγκους και τη μετάσταση στο ήπαρ. Σε ορισμένες μελέτες, φάνηκε ότι η β-1,3- γλυκάνη, ενισχύει τις δράσεις της χημειοθεραπείας. Σε μια άλλη μελέτη σε ποντίκια με καρκινώματα, φάνηκε ότι η β-1,3- γλυκάνες, δεν είχαν επίδραση στους όγκους, αλλά συνδέθηκαν με μειωμένη θνησιμότητα σε συνδυασμό με κυκλοφωσφαμίδη.

Σε ασθενείς ανθρώπους με προχωρημένο Ca στομάχου ή γαστρικό ή του παχέος εντέρου, η χορήγηση β-1,3- γλυκανών, που προέρχονταν από μανιτάρια *shiitake*, σε συνδυασμό με χημειοθεραπεία οδήγησε σε παράταση του χρόνου επιβίωσης (<http://www.foodbites.eu/j15/el/trofima/systatika/ydatanthrakes/1417-glucans11/01/16>).

1.4.4. Η συμβολή της β-γλυκάνης στην καλή λειτουργία του εντέρου

Όπως όλες οι φυτικές ίνες, έτσι και οι β-γλυκάνες διέρχονται άπεπτες από το λεπτό έντερο. Ως αποτέλεσμα, ο χρόνος διέλευσης των τροφών στο έντερο μειώνεται, με αποτέλεσμα η ποσότητα των κοπράνων να αυξάνεται και να δημιουργείται δυσκοιλιότητα, άρα μιλάμε για μια ακόμη επιλογή στην αντιμετώπιση της δυσκοιλιότητας. Για να αξιοποιήσουμε ωστόσο τα ευεργετικά οφέλη των β-γλυκανών

σε όλα τα επίπεδα, θα πρέπει να καταναλώνουμε καθημερινά ποσότητα τουλάχιστον 3 γραμμαρίων.

Ένα όμως πολύ σημαντικό πλεονέκτημα των β-γλυκανών, είναι ότι δεσμεύουν τις τοξικές ουσίες στο έντερο, βοηθώντας στην αποβολή τους από τον οργανισμό και διευκολύνοντας τη φυσική αποτοξίνωση του οργανισμού. Υπάρχουν τέλος ενδείξεις και για την πρεβιοτική δράση των β-γλυκανών. Οι β-γλυκάνες ενισχύουν σημαντικά τη δράση ωφέλιμων προβιοτικών, όπως οι γαλακτοβάκιλλοι *L. Rhamnosus* και *L. Acidophilus*, που ενισχύουν το ανοσοποιητικό, ανακουφίζουν από διάρροια που οφείλεται σε αντιβιοτικά, ενώ βελτιώνουν το ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού και τα συμπτώματα του Συνδρόμου Ευερέθιστου Εντέρου (EFSA Panel on Dietetic Products, No 1924/20061).

1.4.5. Η συμβολή της β-γλυκάνης στον έλεγχο του σωματικού βάρους

Η καθημερινή κατανάλωση φυτικών ινών, στο πλαίσιο μιας ισορροπημένης διατροφής, μπορεί να συμβάλλει στην απώλεια βάρους και να διευκολύνει στη διατήρησή του. Αυτό έχει άμεση σχέση με τον κορεσμό και την καθυστερημένη κένωση του στομάχου. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε, ότι η αντίσταση στην ινσουλίνη, την οποία προλαμβάνουν οι φυτικές ίνες, σχετίζεται με δυσκολία στην απώλεια σωματικού λίπους. Ακόμη, οι διαλυτές φυτικές ίνες προκαλούν ενεργοποίηση των ορμονών που σχετίζονται με τον έλεγχο της όρεξης, του κορεσμού και του αισθήματος της πείνας. Με τον τρόπο αυτό, μειώνονται οι συνολικές θερμίδες που καταναλώνονται και ενισχύεται η απώλεια βάρους και το αδυνάτισμα (Clark, et al, 2013).

1.5. Εφαρμογές β-γλυκάνης σε τρόφιμα

Η παραδοχή των β-γλυκανών ως λειτουργικά συστατικά τις τελευταίες δεκαετίες, αύξησε το ενδιαφέρον των επιστημόνων και των βιομηχανιών τροφίμων, και πιο

συγκεκριμένα για την ενσωμάτωση των β-γλυκανών απο δημητριακά σε τρόφιμα. Η προσθήκη αλεύρου, πίτουρων ή πλούσιων κλασμάτων β-γλυκανής από βρώμη ή κριθάρι σε τρόφιμα όπου έχουν ως βάση τα δημητριακά, όπως τα δημητριακά πρωινού, τα ζυμαρικά, και προϊόντα αρτοποιίας (ψωμί, φρυγανιές, τηγανίτες), η οποία αύξησε την ποσότητα των β-γλυκανών στα προϊόντα αυτά, μελετήθηκε εκτεταμένα. Ακόμα, μελέτη γίνεται τα τελευταία χρόνια όσον αφορά τη χρήση συμπυκνωμάτων ή απομονωμένων β-γλυκανών από δημητριακά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σταθεροποιητές ή ως μιμητικά λίπους προκειμένου να τροποποιηθεί η υφή και η εμφάνιση των τροφίμων με χαμηλά λιπαρά και με μειωμένη θερμιδική αξία (Lazaridou., et al., 2007).

Η ποσότητα της β-γλυκάνης στα τρόφιμα θα πρέπει να είναι αρκετή ώστε να φτάνει το επίπεδο που απαιτείται για να έχει θετική επίδραση στην υγεία. Η FDA (U.S. Food and Drug Administration) ορίζει ως όριο τουλάχιστον 0,75gr β-γλυκάνης ανά μερίδα προϊόντος και προτείνει την ποσότητα των 3gr β-γλυκάνης ημερησίως, προκειμένου τα τρόφιμα που περιέχουν β-γλυκάνη να θεωρούνται ότι προβιβάζουν την υγεία.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει την επιλογή των καινοτόμων προϊόντων απο τους καταναλωτές, είναι τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η κατανάλωση των τροφίμων που περιέχουν β-γλυκάνες, θα πρέπει τα προϊόντα αυτά να είναι αποδεκτά στο σύνολο της οργανοληπτικής τους ποιότητας και να προκαλούν ευχαρίστηση στους καταναλωτές. Ωστόσο το υψηλό ιξώδες των β-γλυκανών μπορεί να προκαλέσει διάφορα προβλήματα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των τροφίμων. Για το λόγο αυτό ίσως οι χαμηλού μοριακού βάρους β-γλυκάνες προσδίδουν καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στα τρόφιμα απο ότι οι υψηλού μοριακού βάρους β-γλυκάνες. Έτσι ο σχεδιασμός τροφίμων με β-γλυκάνες υψηλού μοριακού βάρους είναι ένας τομέας που εμφανίζει μεγάλο ενδιαφέρον και αποτελεί πρόκληση για πολλούς ερευνητές (Lyly, et al., 2003).

1.5.1. Εφαρμογή β-γλυκανών ως μιμητικά λίπους, σταθεροποιητές και παχυρευστοποιητές

Πολλά κλάσματα δημητριακών εμπλουτισμένα με β-γλυκάνες ή συμπυκνώματα β-γλυκανών με ικανότητα αντικατάστασης λίπους έχουν αναπτυχθεί και μελετηθεί σε πάρα πολλές μελέτες, ενώ έχουν γίνει και πολλές έρευνες. Η ανάπτυξη ασθενούς μοριακού δικτύματος από β-γλυκάνες δημητριακών με ορισμένα δομικά χαρακτηριστικά και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, αποτελεί μια συνήθης διεργασία σε αλοιφές χαμηλής λιποπεριεκτικότητας συνεχούς υδατικής φάσης (Lazaridou et al., 2003, Lazaridou et al., 2004, Vaikousi et al., 2004). Οι β-γλυκάνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως υποκατάστατα λίπους λόγω του υψηλού τους ιξώδους και των ικανοτήτων που εμφανίζουν να δεσμεύουν το νερό, την ικανότητα αφρισμού και τη σταθεροποίηση των γαλακτωμάτων (Burkus & Temelli, 2000, Kontogiorgos et al., 2004). Το Oatrim, που προτάθηκε από τον Inglett (1990) και αποτελεί προϊόν ενζυμικής υδρόλυσης αλεύρου βρώμης ή πίτουρων βρώμης, περιέχει β-γλυκάνη βρώμης (1 έως 10%) και αμυλοδεξτρίνες μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μιμητικό λίπους σε μορφή πηκτώματος.

Ένα νέο προϊόν, υποκατάστατο λίπους, σακχάρου, αμύλου και σιρόπια, τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα για την αντικατάσταση του λίπους στα τρόφιμα χαμηλής λιποπεριεκτικότητας αποτελεί το Z-Trim. Το Z-, αναφέρεται στις μηδενικές θερμίδες (zerocalories). Το Z-Trim φαίνεται να είναι κατάλληλο για τρόφιμα τύπου χάρμπουγκερ, μεζέδες κρέατος, τυρία και ορισμένα προϊόντα αρτοποιίας. Η προσθήκη του προκαλεί μεγάλη μείωση στις θερμίδες σε συνδυασμό με τον εμπλουτισμό των τροφίμων αυτών με διαιτητικές ίνες. Το Z-Trim μπορεί να συνδυαστεί και με το Oatrim με αποτέλεσμα ένα σνάκ με υψηλή περιεκτικότητα σε β-γλυκάνη βρώμης (Inglett, 1997).

1.5.2. Εφαρμογή σε προϊόντα αρτοποιίας

Το ψωμί αποτελεί το πιο διαδεδομένο προϊόν δημητριακών. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια η θρεπτική συμβολή του ψωμιού στη διατροφή τέθηκε υπό συζήτηση, λόγω της υψηλής του περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες και του υψηλού γλυκαιμικού του δείκτη. Έχει μελετηθεί συστηματικά η προσθήκη πλούσιων σε β-γλυκάνη κλασμάτων από βρώμη ή από κριθάρι σε ψωμί, γεγονός το οποίο οδήγησε σε αύξηση της ποσότητας της β-γλυκάνης στο προϊόν αυτό. Οι Knuckles et al. (1997) ανέφεραν αύξηση της απορρόφησης νερού στη ζύμη, του χρόνου στον οποίο εμφανίζεται η

κορυφή στο αμυλόγραμμα και του χρόνου ανάμιξης όταν γίνονταν προσθήκη κλασμάτων κριθαριού εμπλουτισμένα σε β-γλυκάνη. Γενικά τα εμπλουτισμένα με β-γλυκάνη ψωμιά κρίθηκαν ως αποδεκτά, παρόλο που ο όγκος τους μειώθηκε και το χρώμα τους ήταν ελαφρώς πιο σκούρο από εκείνο του μάρτυρα. Οι Cavallero et al. (2002) παρασκεύασαν ψωμί με υψηλή περιεκτικότητα σε β-γλυκάνη, το οποίο εμφάνισε καλύτερες επιδόσεις ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (χρώμα, γεύση, άρωμα, υφή) σε σχέση ακόμα και με το μάρτυρα. Ένα από τα προϊόντα αρτοποιίας που επίσης καταναλώνεται σε μεγάλο βαθμό είναι τα muffins.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια να παρασκευαστούν muffins, τα οποία να περιέχουν υψηλά επίπεδα διαιτητικών ινών από δημητριακά με ιδιότητες να μειώνουν τη χοληστερόλη και το γλυκαιμικό δείκτη. Οι Newman et al. (1990) προσπάθησαν να παρασκευάσουν muffins χρησιμοποιώντας 100% αλεύρι κριθαριού. Τα παραγόμενα muffins εμφάνιζαν μικρότερο ύψος και όγκο, είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία και μικρότερη πυκνότητα από τα muffins που παράγονταν με την κλασική συνταγή. Παρόλα αυτά, η ομάδα που χρησιμοποιήθηκε για την οργανοληπτική εξέταση των πειραματικών muffins, έδειξε μια προτίμηση προς τα muffins από κριθάρι, σε σχέση με τα muffins που παράγονται κλασικά με αλεύρι σιταριού.

Σε μία άλλη μελέτη που έγινε, αντικαταστάθηκε όλη ή μέρος της ποσότητας του αλεύρου σιταριού που χρησιμοποιείται στην κλασική συνταγή παρασκευής των muffins με κλάσματα δημητριακών, πλούσιων σε β-γλυκάνες. Τα πλούσια σε β-γλυκάνες muffins εμφάνιζαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία, πρωτεΐνη και μέταλλα και έχουν λιγότερες θερμίδες από ότι τα εμπορικά muffins. Επίσης, όπως υπολογίστηκε από την *in vitro* διάσπαση του αμύλου, όλα τα muffins εμφάνιζαν σχετικά χαμηλά ποσοστά αποικοδόμησης του αμύλου στον οργανισμό, όπως ακριβώς συμβαίνει με τα ζυμαρικά. Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στην υστέρηση της εκκένωσης του εντέρου, στη μείωση της γαστρικής απορρόφησης ή ακόμα στις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στο άμυλο και τις διαιτητικές ίνες (Hudson et al, 1992).

Τέλος, σε μια πρόσφατη μελέτη που έγινε, ενσωματώθηκαν κλάσματα κριθαριού από αποφλοιωμένες ποικιλίες που είχαν ληφθεί με άλεση σε κυλινδρόμυλο και περιείχαν 18% διαιτητικές ίνες, σε προϊόντα αρτοποιίας όπως muffins, μπισκότα και

γλυκά κουλουράκια, και σε ποσοστό υποκατάστασης 23 έως 30% του αλεύρου σιταριού. Αυτό έγινε προκειμένου να διπλασιαστεί η περιεκτικότητα σε διαλυτές διαιτητικές ίνες, χωρίς όμως να τροποποιηθούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Η οργανοληπτική αποδοχή των παραγόμενων προϊόντων βρέθηκε να είναι η ίδια με εκείνη των κλασικών προϊόντων (Newman et al, 1989).

1.5.3. Εφαρμογή σε ζυμαρικά

Τα ζυμαρικά θεωρούνται τρόφιμα με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη αλλά η προσθήκη διαλυτών διαιτητικών ινών, έδειξε ότι μειώνει επιπλέον τη γλυκαιμική ανταπόκριση (Knuckles et al., 1997). Τα ζυμαρικά είναι ένα προϊόν στο οποίο οι β- γλυκάνες έχουν ενσωματωθεί ως λειτουργικά συστατικά με μεγάλη επιτυχία. Οι Yokohama et al (1997) σύγκριναν την ανταπόκριση της γλυκόζης του αίματος και της ινσουλίνης σε υγιεί άτομα που ακολούθησαν δίαιτα στην οποία κατανάλωναν ζυμαρικά σκληρού σιταριού (μάρτυρας) (100g πεπτοί υδατάνθρακες και 5g ολικών διαιτητικών ινών) σε σχέση με τα άτομα εκείνα που κατανάλωναν δείγμα ζυμαρικών στα οποία είχε γίνει προσθήκη β-γλυκάνης (100g πεπτοί υδατάνθρακες, 30g διαιτητικών ινών και 12g β-γλυκάνης). Οι μεταγευματικές ανταποκρίσεις γλυκόζης του αίματος και ινσουλίνης μειώθηκαν σημαντικά, όταν τα ζυμαρικά από αλεύρι σιταριού ήταν εμπλουτισμένα με αλεύρι κριθαριού. Οι συγγραφείς απέδωσαν τη μείωση αυτή στη γλυκαιμική ανταπόκριση, στην ενσωμάτωση της β-γλυκάνης. Είναι πιθανό η μείωση στη γλυκαιμική ανταπόκριση να συνδέεται τόσο με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε β-γλυκάνη, όσο και με την αυξημένη περιεκτικότητα στις ολικές διαιτητικές ίνες των πειραματικών δειγμάτων ζυμαρικών (Brennan & Cleary, 2005).

Σε μια άλλη μελέτη, έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης αδρόκοκκων παραπροϊόντων σε ζυμαρικά προκειμένου να παραχθούν λειτουργικά προϊόντα πλούσια σε διαιτητικές ίνες και β-γλυκάνη. Προκειμένου να ξεπεραστούν οι φτωχές ρεολογικές ιδιότητες αυτών των μη συμβατικών συστατικών, χρησιμοποιήθηκαν πρόσθετα (γλουτένη) και επαρκής επεξεργασία (υψηλή θερμοκρασία, ξήρανση των ζυμαρικών). Με τον τρόπο αυτό παρεμποδίζεται η διάχυση/ μετακίνηση της αμυλόζης από τα

ζυμαρικά, κατά τη διάρκεια του βρασμού τους. Τα προϊόντα που παρήχθησαν με τη μέθοδο αυτή εμφάνισαν χαμηλότερη θερμιδική αξία σε σχέση με το μάρτυρα. Η περιεκτικότητα των ζυμαρικών κριθαριού ήταν υψηλή σε πρωτεΐνες λόγω της προσθήκης γλουτένης. Η περιεκτικότητα τόσο σε ολικές διαλυτές ίνες όσο και σε β-γλυκάνη ήταν επίσης πιο υψηλή σε σχέση με το μάρτυρα. Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, τα ζυμαρικά που παρασκευάστηκαν με κριθάρι εμφάνισαν πιο σκούρο χρώμα και λιγότερο κίτρινο χρώμα σε σχέση με τα ζυμαρικά από σκληρό σιτάρι.

Τέλος, τα παραγόμενα πειραματικά προϊόντα εμφάνισαν αρκετά καλή ποιότητα κατά το βρασμό, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι η περιεκτικότητα των ζυμαρικών αυτών σε β-γλυκάνη δε μεταβάλλεται σημαντικά κατά τη διάρκεια του βρασμού και παραμένει σχεδόν στα ίδια επίπεδα με εκείνη των ωμών ζυμαρικών (Marconi et al., 2000). Πρόσφατα, κλάσματα που παρασκευάστηκαν με άλεση σε κυλινδρόμυλο, από τους Izydorczyk et al. (2005), από αποφλοιωμένες ποικιλίες κριθαριού με διάφορες περιεκτικότητες σε αμυλόζη, προστέθηκαν σε ζυμαρικά και noodles και είχαν ως αποτέλεσμα τη παραγωγή προϊόντων με ικανοποιητικές ιδιότητες υφής. Τα ζυμαρικά στα οποία έγινε προσθήκη πλούσιων σε ίνες κλασμάτων, ήταν εύκολα στη χρήση τους λόγω της σύντομης διάρκειας βρασμού που απαιτούν, τη βελτιωμένη διατροφική ποιότητα και την αποδεκτή ποιότητα του βρασμένου προϊόντος.

1.5.4. Εφαρμογή σε μη-γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν ως βάση τη βρώμη

Λόγω της παραδοχής ότι η βρώμη εμφανίζει θετικά αποτελέσματα όσον αφορά τη μείωση των επιπέδων χοληστερόλης του αίματος, τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την αύξηση της κατανάλωσης προϊόντων που βασίζονται στη βρώμη. Μια εφαρμογή, αποτελεί το «Oatly» το οποίο είναι ένα μη γαλακτοκομικό ρευστό προϊόν, υποκατάστατο γάλακτος, το οποίο παρασκευάζεται ολοκληρωτικά από βρώμη και νερό χρησιμοποιώντας μια ενζυμική επεξεργασία (κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας). Το προϊόν αυτό μπορεί να ζυμωθεί από διάφορα είδη γαλακτικών βακτηρίων, μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης και είναι αποδεκτό από τους καταναλωτές (Martensson et al., 2002).

1.5.5. Εφαρμογή σε γαλακτοκομικά προϊόντα

Πρόσφατες μελέτες επικεντρώθηκαν στη χρήση διαλυτών διαιτητικών ινών και κυρίως β-γλυκανών, στην παραγωγή παγωτών και γιαουρτιών χαμηλής λιποπεριεκτικότητας. Η ενσωμάτωση των β-γλυκανών μαζί με άλλες διαλυτές διαιτητικές ίνες σε γαλακτοκομικά προϊόντα μπορεί να τροποποιήσει την αίσθηση στο στόμα και τις οργανοληπτικές ιδιότητες ώστε να μοιάζουν με αυτές των προϊόντων που είναι πλήρη σε λιπαρά (Brennan & Cleary, 2005). Παρομοίως, η ενσωμάτωση β-γλυκανών στο τυρόπηγμα των τυριών με χαμηλή λιποπεριεκτικότητα, εμφάνισε ευεργετικές επιδράσεις στο σχηματισμό πηκτής καθώς και στα ρεολογικά τους χαρακτηριστικά (Tudorica et al., 2004).

Οι επιδράσεις αυτές φαίνεται να σχετίζονται με την ικανότητα σχηματισμού πηκτής των β-γλυκανών και την ικανότητά τους να σχηματίζουν ένα αρκετά ελαστικό πλέγμα καζεΐνης - πρωτεΐνης - γλυκάνης. Ωστόσο, όταν η β-γλυκάνη ενσωματώνεται σε ένα σύστημα τυριού, η υφή και η αίσθηση στο στόμα που δίνονται στο τυρί, μπορεί να διαφοροποιηθούν δραματικά. Οι Konuklar et al. (2004a, 2004b) διαπίστωσαν ότι η ενσωμάτωση ενός παρασκευάσματος β-γλυκάνης-αμύλου (με τη μορφή του "Nutrim") μείωσε σημαντικά τη σκληρότητα των τυριών cheddar, και οδήγησε στην παραγωγή ενός κρεμμώδους προϊόντος. Η μείωση στη σκληρότητα του τυριού μπορεί να σχετίζεται με το μειωμένο χρόνο τήξης που παρατηρήθηκε για τα τυριά πλούσια σε "Nutrim", γεγονός το οποίο εν μέρει μπορεί να σχετίζεται με τις αρνητικές επιδράσεις στην ανάπτυξη του καζεϊνικού πλέγματος του τυριού.

Παρόμοια παρατήρηση έγινε και για τα λευκά μαλακά τυριά σε άλμη (Volikakis et al, 2004). Η ενσωμάτωση της β-γλυκάνης και στην περίπτωση αυτή μετέβαλλε την εμφάνιση, τη γεύση και το άρωμα των λευκών τυριών και χαμηλής λιποπεριεκτικότητας τυριών σε άλμη, σε σύγκριση με τα πλήρη σε λιπαρά τυριά - μάρτυρες. Ωστόσο, στην τελευταία περίπτωση το συμπύκνωμα β-γλυκάνης βρώμης που χρησιμοποιήθηκε (22,5% β-γλυκάνη στο παρασκεύασμα) μείωσε τη σκληρότητα των τυριών χαμηλής λιποπεριεκτικότητας όταν προστέθηκε σε επίπεδα 0,7 και 1,4%. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τα τυριά χαμηλής λιποπεριεκτικότητας να μοιάζουν σε εκείνα με πλήρη λιπαρά (μάρτυρες). Συνεπώς η επιλογή του γαλακτοκομικού συστήματος και της καθαρότητας της προστιθέμενης β-γλυκάνης έχει μεγάλη σημασία στις φυσικές και οργανοληπτικές ιδιότητες του προϊόντος (Brennan & Cleary, 2005).

Σύμφωνα με τη μελέτη των Martensson et al. (2001) που έγινε πρόσφατα για τη χρήση ενός νέου προϊόντος βρώμης ως το κύριο υποκατάστατο για την καλλιέργεια γιαουρτιού, τα γιαούρτια που παρήχθησαν δεν είχαν τόσο έντονη την τάση να παρουσιάζουν το φαινόμενο της συναίρεσης, πιθανότατα λόγω της ικανότητας της β-γλυκάνης να δεσμεύει το νερό μέσα στο τρισδιάστατο πλέγμα του προϊόντος, με αποτέλεσμα τα προϊόντα αυτά να είναι πιο σταθερά και συνεκτικά. Επίσης δεν παρατηρήθηκε διαχωρισμός φάσεων κατά τη διάρκεια της συντήρησης του γιαουρτιού, γεγονός το οποίο συνήθως αποτελεί πρόβλημα στα προϊόντα γιαουρτιού. Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων προϊόντων, αυτά εμφανίστηκαν λιγότερο λευκά από το γιαούρτι-μάρτυρα. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι τόσο η ζύμωση, όσο και η αποθήκευση, δε βρέθηκαν να έχουν καμία επίδραση στην περιεκτικότητα των προϊόντων σε β-γλυκάνη.

Ανάμεσα στα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα τυριά είναι πολύ διαδεδομένα μεταξύ των καταναλωτών. Πρόσφατα, μια σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε στην κατανάλωση τυριών με χαμηλή ή με μειωμένη λιποπεριεκτικότητα, λόγω του ότι δίνεται μεγαλύτερη προσοχή στην υγεία. Για το σκοπό αυτό, έχουν χρησιμοποιηθεί, ως πιθανά υποκατάστατα λίπους στο τυρί, δημητριακά, πρωτεΐνες ορού και γάλακτος, διάφοροι υδατάνθρακες και τροποποιημένα άμυλα. Παρόλο τον όγκο δουλειάς που γίνεται τα τελευταία χρόνια, τα προϊόντα τυριού χαμηλής λιποπεριεκτικότητας εμφανίζουν διαφορετικά προφίλ υφής από τα συμβατικά τυριά με χαμηλά ή πλήρη λιπαρά που χρησιμοποιούνται ως μάρτυρες στις διάφορες μελέτες. Η οργανοληπτική ανάλυση έδειξε ότι τα υποκατάστατα λίπους απέτυχαν στο να μιμηθούν επαρκώς τη γεύση, το άρωμα και την οργανοληπτική αίσθηση στο στόμα των προϊόντων με πλήρη λιπαρά (Konuklar et al., 2004b).

Οι Tudorica et al. (2004) διερεύνησαν την πιθανή χρήση β-γλυκάνης από κριθάρι σε τυρί, και πιο συγκεκριμένα πως αυτό επηρεάζει την πήξη του γάλακτος, την απόδοση, τη ρεολογία, την υφή και τη δομή του προϊόντος. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα αυξανόμενα επίπεδα β-γλυκάνης μειώνουν σημαντικά τόσο το χρόνο πήξης, όσο και το χρόνο που απαιτείται για το κόψιμο του τυροπήγματος. Επιπλέον, η ενσωμάτωση της β-γλυκάνης επηρέασε και τη ρεολογική συμπεριφορά του πηκτώματος που σχηματίστηκε. Όσο πιο υψηλά ήταν τα επίπεδα β-γλυκάνης, τόσο πιο υψηλές ήταν οι τιμές των G' και G'' . Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι η

προσθήκη β-γλυκάνης αύξησε την απόδοση του τυροπήγματος. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα, αν λάβει κανείς υπόψη του την υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού που εμφανίζει η β-γλυκάνη, γεγονός το οποίο οδηγεί στη συγκράτηση μεγαλύτερης ποσότητας ορού στη δομή του τυροπήγματος που αντανακλά σε υψηλότερες αποδόσεις. Επίσης, η προσθήκη β-γλυκάνης μειώνει την απώλεια σε διαλυτές πρωτεΐνες (η απώλεια πρωτεΐνης κατά τη φάση του διαχωρισμού του ορού οδηγεί σε μείωση της απόδοσης του τυροπήγματος και σε ασθενή συσσωματώματα τα οποία σχηματίζονται κατά την προσθήκη πυτιάς).

Όσον αφορά τη ρεολογική συμπεριφορά, με την αύξηση των επιπέδων της β-γλυκάνης στο γάλα, οι τιμές των G' και ta^{\wedge} του τυρογάλακτος, μειώθηκαν. Σχετικά με την αποδοχή του προϊόντος, η προσθήκη β-γλυκάνης είχε σαν αποτέλεσμα η ρεολογική συμπεριφορά του παραγόμενου τυροπήγματος να πλησιάζει εκείνη του τυροπήγματος με πλήρη λιποπεριεκτικότητα. Συνεπώς, η β-γλυκάνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή προϊόντων τυριού, χαμηλής λιποπεριεκτικότητας, με παρόμοια ρεολογικά χαρακτηριστικά με αυτά των ομόλογών τους με πλήρη λιπαρά. Η αύξηση των επιπέδων της β-γλυκάνης έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους των πόρων και το σχηματισμό ενός πιο ανοιχτού πρωτεϊνικού δικτύματος. Ένα τέτοιο πλέγμα φαίνεται ότι παγιδεύει μεγαλύτερη ποσότητα ορού, καθώς αυξάνει η ποσότητα της β-γλυκάνης (Tudorica et al, 2004).

Παρόμοιες παρατηρήσεις έκαναν οι Volikakis et al, (2004), όταν επιχείρησαν να παρασκευάσουν ένα λευκό τυρί σε άλμη, χαμηλής λιποπεριεκτικότητας, με την προσθήκη ενός εμπορικού συμπυκνώματος β-γλυκάνης βρώμης. Στη μελέτη αυτή βρέθηκε ότι η αύξηση του επιπέδου της β-γλυκάνης μεταξύ των τυριών με χαμηλή λιποπεριεκτικότητα, έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου έναρξης της πήξης. Επίσης οι τιμές pH των προϊόντων στα οποία έγινε προσθήκη β-γλυκάνης, ήταν χαμηλότερες από αυτές των τυριών με πλήρη λιπαρά. Τα τυριά που είχαν παρασκευαστεί με το συμπύκνωμα β-γλυκάνης, εμφάνισαν μεγαλύτερη πρωτεόλυση, από τα αντίστοιχα τυριά με χαμηλά λιπαρά. Επιπλέον, η προσθήκη β-γλυκάνης οδήγησε στην παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας λιπαρών οξέων μικρού μοριακού βάρους (γαλακτικό, οξικό και βουτυρικό) καθώς και στην εμφάνιση βελτιωμένης υφής. Ωστόσο, το χρώμα, η γεύση και το άρωμα καθώς και η συνολική εντύπωση των

προϊόντων αυτών, ήταν σαφώς κατώτερη από εκείνα των τυπικών λευκών τυριών άλμης.

Δυο παρόμοιες μελέτες έγιναν από τους Konuklar et al. (2004a, 2004b) όπου παρήχθησαν τυριά Cheddar χαμηλής λιποπεριεκτικότητας, χρησιμοποιώντας ένα υδροκολλοειδές υποκατάστατο λίπους το οποίο περιείχε β-γλυκάνη (Nutrim). Οι Konuklar et al. (2004a) μελέτησαν τη σύσταση, την αποδοτικότητα της παραγωγής, τη μικροδομή, τη χρησιμότητα του Nutrim ως υποκατάστατο του λίπους, την ευθρυπτότητα, καθώς και τις επιδράσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (υφή, γεύση, άρωμα). Η αντικατάσταση του λίπους με το Nutrim είχε σαν αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση της συγκράτησης υγρασίας και άλατος, τη μεγαλύτερη μείωση σε θερμίδες και τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα πρωτεΐνης επί της ξηράς ουσίας σε σχέση με το τυρί χαμηλής λιποπεριεκτικότητας (μάρτυρας). Η μικροσκοπία ηλεκτρονικής σάρωσης έδειξε ότι τα τυριά με Nutrim εμφανίζουν μικρότερα και πιο ομοιόμορφα διαστήματα σταγονιδίων λίπους από ότι ο μάρτυρας και ένα πιο πυκνό, ασυνεχές πρωτεϊνικό πλέγμα με σφαιροειδή συσσωματώματα.

Όπως διαπιστώθηκε, παρόλο που τα επίπεδα λίπους των τυριών με Nutrim είχαν μειωθεί σημαντικά, η σκληρότητα και η ευθρυπτότητα ήταν σημαντικά πιο χαμηλές από τα τυριά-μάρτυρες με χαμηλά λιπαρά. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη συνεκτικότητα και την ελαστικότητα μεταξύ των τυριών. Επίσης, η οργανοληπτική εξέταση των δειγμάτων έδειξε ότι όλα τα τυριά με Nutrim ήταν κρεμώδη, ευκολομάσητα και κοκκώδη. Τέλος, η γεύση των τυριών με Nutrim, ήταν πιο πικρή, πιο βουτυρώδης και πιο αμυλώδης σε σύγκριση με τα τυριά-μάρτυρες χαμηλής λιποπεριεκτικότητας (Konuklar et al, 2004b).

1.6. Απομόνωση β-γλυκανών

Η απομόνωση των β-γλυκανών από αλεύρι δημητριακών αποτελεί τη βάση, πολλών πειραμάτων, τα οποία συναντάμε τόσο στην ξένη όσο και στην ελληνική

βιβλιογραφία, βέβαια η απομόνωση β-γλυκανών γίνεται και απο μανιτάρια τα τελευταία χρόνια. Παρακάτω περιγράφονται οι τεχνικές και οι μέθοδοι οι οποίες εφαρμόστηκαν σε αντίστοιχα πειράματα. Τα αλεύρια των δημητριακών από τα οποία εκχυλίστηκαν οι β-γλυκάνες περιέχουν και άλλα συστατικά όπως άμυλο, αραβινοξυλάνες (πεντοζάνες), κυτταρίνη, πρωτεΐνες, λιπίδια, μονοσακχαρίτες και ολιγοσακχαρίτες. Το εύρος της περιεκτικότητας των β- γλυκανών στα σπέρματα των δημητριακών έχει βρεθεί να κυμαίνεται μεταξύ 3,2- 9,4% στη βρώμη, 2,2-11,0% στο κριθάρι και 0,38-0,84% στο σιτάρι (Cui, et al., 2001, Izydorczyk, et al., 2000).

Οι περιοχές εναπόθεσης των β-γλυκανών στα σπέρματα των δημητριακών και οι αλληλεπιδράσεις τους με άλλα συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων καθορίζουν τις διαδικασίες απομόνωσης και καθαρισμού, οι οποίες αποσκοπούν στην παραλαβή δειγμάτων ή κλασμάτων εμπλουτισμένων σε β-γλυκάνες. Οι β-γλυκάνες κατανέμονται ομοιόμορφα σ' όλο το σπέρμα της βρώμης και του κριθαριού, εκτός από ορισμένες περιπτώσεις ποικιλιών βρώμης με χαμηλή περιεκτικότητα σε β-γλυκάνες, στις οποίες οι β-γλυκάνες βρίσκονται σε υψηλή συγκέντρωση στη στοιβάδα της αλευρώνης. Σε αντίθεση, στο σιτάρι οι β-γλυκάνες βρίσκονται κυρίως στη στοιβάδα της αλευρώνης και σε μικρή συγκέντρωση στα κυτταρικά τοιχώματα του ενδοσπερμίου. Έχει βρεθεί ότι η β-γλυκάνη σιταριού δεν είναι δυνατόν να εκχυλιστεί με νερό, πιθανώς εξαιτίας του 'εγκλωβισμού' της μέσα στο δικτύωμα των πολυμερών των κυτταρικών τοιχωμάτων μαζί με πεντοζάνες, οι οποίες σχηματίζουν ομοιοπολικές γέφυρες με φαινολικές ουσίες (Cui, et al., 1999, Cui, et al., 2001).

Σύμφωνα με έρευνες υπάρχουν ισχυρισμοί πως υπάρχουν ισχυρές διαμοριακές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις μη-υποκατεστημένες περιοχές της κύριας αλυσίδας της αραβινοξυλάνης και στα κυτταρινικά τμήματα της αλυσίδας των β-γλυκανών. Όπως έχει διαπιστωθεί από άλλες μελέτες η ρύθμιση του pH του διαλύματος στο 4,75 κατά την ενζυμική κατεργασία γίνεται επειδή είναι το άριστο pH για τη δράση της ξυλανάσης, καθώς επίσης επειδή αποτελεί και τρόπο απομάκρυνσης ορισμένων πρωτεϊνών, λόγω καταβύθισής τους σ' αυτό το pH (Skendi, et al., 2003).

Η συνήθης μέθοδος καταβύθισης με θειικό αμμώνιο που χρησιμοποιείται (Izydorczyk, et al., 1998). για την εκλεκτική κλασμάτωση και συνεπώς το διαχωρισμό των β-γλυκανών από τις αραβινοξυλάνες δεν χρησιμοποιείται πλέον, διότι έχει

αποδειχθεί στο παρελθόν ότι δεν είναι αποτελεσματική για τον καθαρισμό της β-γλυκάνης σιταριού . Τα πιθανά αίτια γι' αυτό το γεγονός είναι η χαμηλή περιεκτικότητα των β-γλυκανών στο κλάσμα των μη-αμυλούχων πολυσακχαριτών του πιτύρου του σιταριού (Cui and Wood 2000) και η ενίσχυση των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στις β-γλυκάνες και στις αραβινοξυλάνες παρουσία του θειικού αμμωνίου (Izydorczyk, 2000). Η μέθοδος της καταβύθισης με θειικό αμμώνιο δεν εφαρμόζεται ούτε στον καθαρισμό των β-γλυκανών βρώμης και κριθαριού, διότι σε δοκιμαστικές πειραματικές εκχυλίσεις διαπιστώθηκε πως η καθαρότητα των παραγόμενων β- γλυκανών δεν αυξήθηκε σημαντικά προσθέτοντας στο πρωτόκολλο καθαρισμού το επιπλέον αυτό στάδιο και επιπλέον δεν ανιχνεύτηκαν αραβινοξυλάνες στα φάσματα C-NMR των απομονωθέντων δειγμάτων. Μια πιθανή αιτία αυτού του γεγονότος είναι η χαμηλή περιεκτικότητα των αλευριών ολικής αλέσεως βρώμης και κριθαριού σε αραβινοξυλάνες.

Τέλος, για τη βελτίωση της υδατοδιαλυτότητας των β-γλυκανών από δημητριακά χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις περιπτώσεις η μέθοδος της εναλλαγής του διαλύτη (solvent exchange) στο ίζημα του πολυσακχαρίτη, που περιλαμβάνει, την καταβύθιση του υδροκολλοειδούς αρχικά με αιθανόλη και την αιώρηση και διαδοχικά ξεπλύματα του ιζήματος με 2-προπανόλη (Cui, et al., 1999).

Όσον αφορά τις μεθοδολογίες εκχύλισης β-γλυκανών απο μανιτάρια βασίζονται στην διαλυτότητα της β-γλυκάνης σε ζεστό νερό και σε αλκαλικά διαλύματα. Ο πιο σύνηθες τρόπος διαχωρισμός των διαλυμένων πρωτεϊνών είναι με ισοηλεκτρική καταβύθιση και καταβύθιση του β-γλυκάνης με θειικό αμμώνιο, 2-προπανόλη ή αιθανόλη χρησιμοποιώντας απεσταγμένο νερό (100°C) σε αναλογία 1:10 (w/v) προς εκχύλιση β-γλυκάνη από μανιτάρι με χρόνο εκχύλισης 3 ώρες (FengmeiZhu, et al., 2015).

Σύμφωνα με έρευνες, γλυκάνες απομονώθηκαν από στελέχη του *Pleurotus ostreatus* και *Pleurotus eryngii* με βραστό νερό και εξόρυξης αλκαλίων.Λήφθηκαν υδατοδιαλυτό(L1), αλκαλικά διαλυτό(L2) και αδιάλυτο(S) κλάσματα που χαρακτηρίζονται από διάφορες αναλυτικές μεθόδους.Κλάσματα του νερού και των αλκαλικών, διαλυτές και αδιάλυτες πολυσακχαρίτες,απομονώθηκαν από τα στελέχη των δύο ειδών του *Pleurotus* σύμφωνα με την τροποποιημένη μέθοδο του Freimund.

Τα ομογενοποιημένα πλύθηκαν με 80% (w / w) αιθανόλη, κατόπιν πλύθηκε με αποσταγμένο νερό και εκχυλίζεται με βραστό νερό για 6 ώρες. Τα εκχυλίσματα επωάστηκαν με α-αμυλάση από *Bacillus* sp. (1: 500 v / v) σε pH 7 για 30 λεπτά για να απομακρυνθούν οι α-γλυκάνες. αντιδραστήριο Sevag (χλωροφόρμιο / βουτανόλη 4: 1, v / v) εφαρμόστηκε στην αποπρωτεΐωση. Στη συνέχεια, το αποπρωτεϊνωμένο υπερκείμενο υπέστη διάλυση και λυοφιλίστηκε για να δώσει νερό, διαλυτό κλάσμα (L1). Τα αδιάλυτα μέρη εκχυλίστηκαν με 1 M διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου που περιέχει 0,05% βοροϋδριδίου του νατρίου. Στερεά μέρη είχαν υπογραφεί ως το αδιάλυτο κλάσμα (S). Το υπερκείμενο ρυθμίστηκε κατά τον ίδιο τρόπο όπως το προηγούμενο υπερκείμενο για να δώσει το διαλυτό αλκαλικό κλάσμα (L2).

Τέλος, η φασματοσκοπική ανάλυση ανίχνευσε γλυκάνες σε όλα τα κλάσματα, διακλαδισμένη 1,3-1,6-β-D-γλυκάνη κυριάρχησαν στο L1 και S, ενώ η γραμμική 1,3D-γλυκάνη στο L2. Τα κλάσματα L1 περιείχαν επίσης σημαντική ποσότητα πρωτεϊνών μερικώς σε σύμπλοκο με την γλυκάνη ενώ η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στα κλάσματα L2 ήταν ασήμαντη. Αποτελεσματική αποπρωτεΐωση του L1 και του διαχωρισμού των α- και β-γλυκάνων σε L2 επιτεύχθηκε με τη χρήση φαινολικού αντιδραστήριου. Μικρή ποσότητα χιτίνης βρέθηκε στο S ως ένα συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος σύμπλοκο χιτίνη-γλυκάνη (AndriySynytsya, et al., 2009).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. Εγκεκριμένοι ισχυρισμοί υγείας για τις β-γλυκάνες

Σύμφωνα με γνωμοδότηση της Ευρωπαϊκής Αρχής Ασφάλειας Τροφίμων (EFSA) έχουν εγκριθεί από την Ε.Ε., ο Κανονισμός 432/2012 & Κανονισμός 1048/2012 για τις β-γλυκάνες. Ο Κανονισμός 432/12 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής της Ευρωπαϊκής

Ένωσης αναφέρει πως οι β-γλυκάνες συμβάλλουν στη διατήρηση των φυσιολογικών επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα. Ο ισχυρισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για τρόφιμα που περιέχουν τουλάχιστον 1 gr β-γλυκανών από βρώμη, πίτυρο βρώμης, κριθάρι, πίτυρο κριθαριού ή από μείγματα των εν λόγω πηγών ανά μερίδα όπως αυτή ορίζεται ποσοτικά., ακόμα θα πρέπει να παρέχεται στον καταναλωτή η πληροφορία ότι τα ευεργετικά αποτελέσματα εξασφαλίζονται με την ημερήσια πρόσληψη 3 gr β-γλυκανών από βρώμη, πίτυρο βρώμης, κριθάρι, πίτυρο κριθαριού ή από μείγματα των εν λόγω β-γλυκανών.

Η κατανάλωση β-γλυκανών από βρώμη ή κριθάρι ως μέρος γεύματος συμβάλλει στη μείωση της αύξησης της γλυκόζης στο αίμα μετά το συγκεκριμένο γεύμα. Ο ισχυρισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για τρόφιμα που περιέχουν τουλάχιστον 4 gr β-γλυκανών από βρώμη ή κριθάρι ανά 30 gr αφομοιώσιμων υδατανθράκων ανά μερίδα όπως αυτή ορίζεται ποσοτικά, ως μέρος του γεύματος. Για να χρησιμοποιηθεί ο ισχυρισμός αυτός, θα πρέπει να παρέχεται στον καταναλωτή η πληροφορία ότι τα ευεργετικά αποτελέσματα εξασφαλίζονται με την κατανάλωση των β-γλυκανών από βρώμη ή κριθάρι ως μέρος του γεύματος.

Την επιστημονική γνώμη, ζήτησε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετικά με την τεκμηρίωση των ισχυρισμών υγείας που σχετίζονται με τις β-γλυκάνες και τη διατήρηση των φυσιολογικών συγκεντρώσεων χοληστερόλης στο αίμα (ID 754, 755, 757, 801, 1465, 2934) και τη διατήρηση ή την επίτευξη ενός φυσιολογικού σωματικού βάρους (ID 820, 823) σύμφωνα με το άρθρο 13 (1) του κανονισμού(ΕΚ) αριθ 1924/2006. Μετά από αίτημα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η ομάδα για τα διατροφικά προϊόντα, τη διατροφή και τις αλλεργίες, κλήθηκε να παράσχει επιστημονική γνώμη σχετικά με τον κατάλογο των ισχυρισμών υγείας, σύμφωνα με το άρθρο 13 του Κανονισμού 1924/2006. Η παρούσα γνωμοδότηση εξετάσε την επιστημονική τεκμηρίωση των ισχυρισμών υγείας σε σχέση με τις β-γλυκάνες και με τα αποτελέσματα για τη διατήρηση του φυσιολογικού επιπέδου χοληστερόλης στο αίμα και τη συντήρηση ή την επίτευξη ενός φυσιολογικού σωματικού βάρους. Η επιστημονική τεκμηρίωση βασίστηκε στις πληροφορίες που παρέχονται από τα κράτη μέλη στον ενοποιημένο κατάλογο του άρθρου 13 ισχυρισμών υγείας και οι αναφορές που η EFSA έχει λάβει από τα κράτη μέλη ή απευθείας από τα ενδιαφερόμενα μέρη..

Το συστατικό τροφίμων που είναι το αντικείμενο των ισχυρισμών υγείας είναι β-γλυκάνες, οι οποίες είναι διαλυτές δημητριακών. Οι β-γλυκάνες είναι μη αμυλούχες πολυσακχαρίτες που αποτελούνται από μόρια γλυκόζης σε μεγάλη γραμμική πολυμερή γλυκόζης με μικτές β- (1 → 4) και β- (1 → 3) δεσμούς με κατά προσέγγιση κατανομή του 70% σε 30%. Η γνωμοδότηση αυτή ισχύει και για β-γλυκάνες για εκείνες τις μορφές που προστίθενται στα τρόφιμα. Η επιτροπή θεωρεί ότι οι β-γλυκάνες χαρακτηρίζονται επαρκώς για τη συντήρηση των κανονικών συγκεντρώσεων χοληστερόλης στο αίμα καθώς και ότι η διατήρηση των φυσιολογικών συγκεντρώσεων χοληστερόλης στο αίμα είναι ευεργετική για την ανθρώπινη υγεία.

Κατά τη στάθμιση των αποδεικτικών στοιχείων, η επιτροπή έλαβε υπόψη το γεγονός ότι, αν και ορισμένες μελέτες με τη χρήση υψηλών δόσεων β-γλυκάνες (περίπου 10 gr / ημέρα) σε μήτρες τροφίμων όπως χυμοί ή ψημένα προϊόντα δεν παρατηρήθηκε μια στατιστικά σημαντική μείωση της LDL-χοληστερόλης, οι περισσότερες από τις τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες που διερεύνησαν τις επιπτώσεις των μη μεταποιημένων ή ελάχιστα επεξεργασμένων τροφίμων με β-γλυκάνες αποβρώμη ή κριθάρι σε δόσεις τουλάχιστον 3gr / ημέρα έδειξαν μια στατιστικά σημαντική μείωση της LDL-χοληστερόλης τόσο ορθοχοληστεριναιμικά και υπερχοληστεριναιμικά θέματα. Ωστόσο η επιτροπή θεωρεί ότι η β-γλυκάνη από πίτουρο βρώμης και πίτουρο κριθαριού έχουν παρόμοιες επιπτώσεις στον ορό της LDL-χοληστερόλης.

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, η επιτροπή καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η σχέση αιτίας και αποτελέσματος έχει καθιερωθεί μεταξύ της κατανάλωσης β-γλυκάνες και τη μείωση των συγκεντρώσεων χοληστερόλης στο αίμα. Η ακόλουθη διατύπωση αντανάκλα την επιστημονική απόδειξη: «Η τακτική κατανάλωση β-γλυκάνης συμβάλλει στη διατήρηση των φυσιολογικών συγκεντρώσεων χοληστερόλης στο αίμα». Για να χρησιμοποιηθεί ο ισχυρισμός αυτός, τα τρόφιμα θα πρέπει να παρέχουν τουλάχιστον 3 gr /ημέρα των β-γλυκανών από βρώμη, πίτουρο βρώμης, κριθάρι, πίτουρο κριθαριού, ή από μείγματα μη επεξεργασμένα ή ελάχιστα επεξεργασμένα β-γλυκάνες σε μία ή περισσότερες μερίδες. Ο πληθυσμός-στόχος είναι ενήλικες με φυσιολογική ή μετρίως αυξημένες συγκεντρώσεις χοληστερόλης στο αίμα. Για τον ισχυρισμό ότι οι β-γλυκάνες βοηθούν στον έλεγχο του βάρους, η

επιτροπή θεωρεί ότι η διατήρηση ή η επίτευξη ενός φυσιολογικού σωματικού βάρους είναι ευεργετική για την ανθρώπινη υγεία. Καμία από τις αναφορές που παρουσιάστηκαν δεν εξέτασε τις επιδράσεις της β-γλυκάνης στο σωματικό βάρος. Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, η επιτροπή καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η σχέση αιτίου και αποτελέσματος δεν έχει τεκμηριωθεί μεταξύ της κατανάλωσης β-γλυκάνης και τη διατήρηση ή την επίτευξη ενός φυσιολογικού σωματικού βάρους (EFSA, 2009).

Ως αναφορά τους ισχυρισμούς υγείας που σχετίζονται με την κατανάλωση β-γλυκανών από βρώμη και το κριθάρι για τη διατήρηση των συγκεντρώσεων της LDL-χοληστερόλης στο αίμα (ID 1236, 1299), την αύξηση κορεσμού που οδηγεί σε μείωση της ενεργειακής πρόσληψης (ID 851, 852), την μείωση του γλυκαιμικού μετα το γεύμα (ID 821, 824), και τη “λειτουργία του πεπτικού συστήματος” (ID 850) σύμφωνα με το άρθρο 13 (1) του κανονισμού (ΕΚ) αριθ 1924/2006, η ομάδα για τα διαιτητικά προϊόντα, τη διατροφή και τις αλλεργίες κλήθηκε να παράσχει επιστημονική γνώμη σχετικά με τον κατάλογο των ισχυρισμών υγείας, σύμφωνα με το άρθρο 13 του κανονισμού (ΕΚ) αριθ 1924/2006. Η παρούσα γνωμοδότηση εξέτασε την επιστημονική τεκμηρίωση των ισχυρισμών υγείας σε σχέση με τις β-γλυκάνες από βρώμη και το κριθάρι και τη διατήρηση των συγκεντρώσεων της LDL-χοληστερόλης σε φυσιολογικά επίπεδα στο αίμα, την αύξηση του κορεσμού που οδηγεί σε μείωση της ενεργειακής πρόσληψης, τη μείωση του γλυκαιμικού μετά το γεύμα, και τη “λειτουργία του πεπτικού συστήματος”.

Η επιστημονική τεκμηρίωση βασίστηκε στις πληροφορίες που παρέχονται από τα κράτη μέλη στον ενοποιημένο κατάλογο του άρθρου 13 ισχυρισμών υγείας και οι αναφορές που η EFSA έχει λάβει από τα κράτη μέλη ή απευθείας από τα ενδιαφερόμενα μέρη. Τα τρόφιμα συστατικά τροφίμων που αποτελούν το αντικείμενο των ισχυρισμών υγείας είναι “ίνα κριθαριού”, “ίνα δημητριακών βρώμης”, “β-γλυκάνη βρώμης”, “β-γλυκάνη κριθαριού”, “μπάρες δημητριακών που περιέχουν βρώμη” και “προϊόντα με πίτουρο βρώμης”. Από τους όρους χρήσης και τις αναφορές που παρέχονται, η επιτροπή θεωρεί ότι το συστατικό τροφίμων που είναι υπεύθυνος για τα αιτούμενα αποτελέσματα είναι οι β-γλυκάνες από βρώμη και το κριθάρι. Η επιτροπή θεωρεί ότι οι β-γλυκάνες από βρώμη και το κριθάρι χαρακτηρίζονται επαρκώς. Τα αποτελέσματα είναι «ίνες διαλυτές (β-γλυκάνης)» και «το επίπεδο της

χοληστερόλης στο αίμα». Η επιτροπή θεωρεί ότι ο πληθυσμός-στόχος είναι το γενικό σύνολο του πληθυσμού. Στο πλαίσιο των προτεινόμενων διατυπώσεων, η επιτροπή θεωρεί ότι οι υποτιθέμενες επιπτώσεις αφορούν τη διατήρηση των συγκεντρώσεων της LDL - χοληστερόλης στο αίμα. Ο ισχυρισμός σχετικά με β-γλυκάνες και διατήρηση των φυσιολογικών συγκεντρώσεων χοληστερόλης στο αίμα έχει ήδη αξιολογηθεί με ένα ευνοϊκό αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα είναι “αυξάνει τον κορεσμό, παρατείνει τον κορεσμό”. Η επιτροπή θεωρεί ότι ο πληθυσμός-στόχος αναφέρεται στο γενικό σύνολο του πληθυσμού. Η επιτροπή θεωρεί ότι η αύξηση του αισθήματος κορεσμού που οδηγεί σε μείωση της ενεργειακής πρόσληψης, αν διατηρηθεί, θα μπορούσε να είναι μια ωφέλιμη επίδραση. Καμία από τις μελέτες που έγιναν δεν δοκιμάστηκε η βιωσιμότητα και η επίδραση των β-γλυκανών από βρώμη ή κριθάρι στις αξιολογήσεις της όρεξης και την επακόλουθη πρόσληψη ενέργειας. Έτσι, δεν μπορούν να συναχθούν συμπεράσματα από τις μελέτες για την επιστημονική τεκμηρίωση του ισχυρισμού.

Με βάση τα στοιχεία που υποβλήθηκαν, η επιτροπή καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η σχέση αιτίου και αποτελέσματος δεν έχει τεκμηριωθεί μεταξύ της κατανάλωσης των β-γλυκανών από βρώμη και το κριθάρι για μια παρατεταμένη αύξηση κορεσμού που οδηγεί σε μείωση της ενεργειακής πρόσληψης. Το αποτέλεσμα είναι "το μεταβολισμό των υδατανθράκων και την ευαισθησία στην ινσουλίνη». Η επιτροπή θεωρεί ότι ο πληθυσμός-στόχος είναι τα άτομα που επιθυμούν να μειώσουν το γλυκαιμικό μετά το γεύμα τους. Στο πλαίσιο των προτεινόμενων διατυπώσεων, η επιτροπή υποθέτει ότι η αιτούμενη δράση αναφέρεται στην μείωση του μετά το γεύμα. Η επιτροπή θεωρεί ότι η μείωση των γλυκαιμικών απαντήσεων μετά το γεύμα (εφ' όσον οι ινσουλινικές απαντήσεις δεν είναι δυσανάλογες αυξημένες μετά το γεύμα) μπορεί να είναι μια ωφέλιμη επίδραση στην υγεία. Κατά τη στάθμιση των αποδεικτικών στοιχείων, η επιτροπή έλαβε υπόψη ότι οι μελέτες έγιναν σε υγιή άτομα και δείχνουν με συνέπεια μια επίδραση των β-γλυκανών από βρώμη και κριθάριστη μείωση των γλυκαιμικών απαντήσεων μετά το γεύμα χωρίς δυσανάλογα την αύξηση των ινσουλινικών απαντήσεων μετά το γεύμα σε δόσεις των περίπου 4 gr ανά 30 gr διαθέσιμων υδατανθράκων στο ψωμί και στα ζυμαρικά όταν καταναλώνονται μόνα τους ή στο πλαίσιο ενός γεύματος, και ότι ο μηχανισμός με τον οποίο οι β-γλυκάνες μπορούν να ασκήσουν τη δράση αξιώνεται ότι είναι καλά εδραιωμένος.

Με βάση τα στοιχεία που υποβλήθηκαν, η επιτροπή καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η σχέση αιτίου και αποτελέσματος έχει καθιερωθεί μεταξύ της κατανάλωσης των β-γλυκανών από βρώμη και το κριθάρι και τη μείωση των γλυκαιμικών απαντήσεων μετά το γεύμα. Η επιτροπή θεωρεί ότι προκειμένου να επιτευχθεί το ισχυριζόμενο αποτέλεσμα, πρέπει 4 gr β-γλυκανών από βρώμη ή κριθάρι για κάθε 30 gr διαθέσιμων υδατανθράκων να καταναλώνονται ανά γεύμα. Ο πληθυσμός-στόχος είναι τα άτομα που επιθυμούν να μειώσουν τις γλυκαιμικές απαντήσεις τους μετά το γεύμα. Το ισχυριζόμενο αποτέλεσμα είναι ότι η β-γλυκάνη βελτιώνει την λειτουργία του πεπτικού συστήματος. Η επιτροπή θεωρεί ότι ο πληθυσμός-στόχος είναι το γενικό σύνολο του πληθυσμού. Η επιτροπή θεωρεί ότι η βελτίωση της λειτουργίας του πεπτικού συστήματος χωρίς προσδιορισμό των θρεπτικών συστατικών που είναι ο στόχος της αξίωσης δεν ορίζεται επαρκώς. Η επιτροπή θεωρεί ότι η ισχυριζόμενη επίδραση είναι γενική και όχι ειδική, και δεν αναφέρεται σε κανένα συγκεκριμένο ισχυρισμό υγείας, όπως απαιτείται από τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ 1924/2006 (EFSA, 2011).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. Βρώμη – Θρεπτική αξία

Η βρώμη ανήκει στο γένους Αβένα (Avena) της οικογένειας αγρωστώδη (Graminae) και περιλαμβάνει καλλιεργήσιμα αλλά και άγρια είδη. Είναι ένα χειμερινό ποώδες σιτηρό που εμφανίζεται κυρίως σε περιοχές που τις χαρακτηρίζει η μέτρια θερμοκρασία, όχι πολύ χαμηλή το χειμώνα και όχι πολύ υψηλή το καλοκαίρι, έχει μικρότερη απαίτηση θερμότητας και μεγαλύτερη αντοχή στη βροχή από άλλα δημητριακά, όπως παραδείγματος χάρη, η σίκαλη, το σιτάρι και το κριθάρι. Έτσι η καλλιέργεια της είναι ιδιαίτερα σημαντική σε χώρες με σχετικά

ψυχρό κλίμα και υψηλή συχνότητα βροχών κατά τους θερινούς μήνες, όπως είναι οι χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης. Η καλλιέργεια της φτάνει ακόμη μέχρι και στη μακρινή Ισλανδία.

Η βρώμη είναι φυτό ετήσιας καλλιέργειας και η σπορά της μπορεί να γίνει είτε το φθινόπωρο, για θερισμό το καλοκαίρι, είτε την άνοιξη, για θερισμό νωρίς το φθινόπωρο. Η κοινή βρώμη καλύπτει το 80% των εκτάσεων που καλλιεργούνται με βρώμη σε όλο τον κόσμο. Η βρώμη εμφανίζει δύο τύπους, ένα με ταξιανθία μεγάλη προς όλες τις πλευρές της ράχης, στον οποίο ανήκουν οι περισσότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται, και με ταξιανθία προς το ένα μέρος

(<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B7> 27/01/16).

Τα είδη βρώμης είναι :

α) Πλιγούρι βρώμης (στιγμιαία βρώμη). Είναι προμαγειρεμένη βρώμη και χρειάζεται μόνο να αναμιχθεί με καυτό νερό.

β) Ολόκληροι κόκκοι βρώμης. Αφαιρείται μόνο η εξωτερική φλούδα, μασιούνται δύσκολα και πρέπει να μαγειρευτούν αρκετή ώρα.

γ) Νιφάδες βρώμης. Είναι λεπτές νιφάδες βρώμης που μαγειρεύονται πολύ γρήγορα.

δ) Κυματιστή βρώμη. Βράζει στον ατμό και παίρνει κυματιστή μορφή και ξεφλουδίζεται με αποτέλεσμα να μαγειρεύεται γρήγορα.

ε) Ιρλανδική/σκωτσέζικη βρώμη. Είναι το λεγόμενο κουάκερ, αυτοί οι κόκκοι έχουν τεμαχιστεί σε μικρότερα κομμάτια. Ο χρόνος μαγειρέματος είναι περισσότερος από ότι στη κυματιστή βρώμη

(<http://www.mydiatrofi.gr/trofi/trofima/amyloyxa/vromi-ena-sitiro-me-ploysia-diatrofiki-aksia> 13/03/16).

Οι σπόροι της βρώμης είναι πλούσιοι σε στερεοποιητικά έλαια (5%) τα οποία είναι σημαντική πηγή βιταμίνης E. Περιέχουν πρωτεΐνες (14%), σάκχαρα, διάφορα

γλουκανικά με κυριότερο το άμυλο (50%), αλκαλοειδή (ανάμεσα τους τριγωνέλλη και αβενίνη που έχει δυναμωτικές ιδιότητες για τα νεύρα και τις οιστρογονικές ουσίες), λιπίδια (5%) , σαπωνίνες, φλαβόνες, στερόλες και βιταμίνη Β και C. Περιέχουν επίσης, ασβέστιο, χαλκό, μαγγάνιο, ψευδάργυρο και σίδηρο. Τα άχυρα περιέχουν βλεννίνη, ασβέστιο, λεύκωμα, δεξτρίνη, λιπαρές ουσίες, κυτταρίνη, και είναι πλούσια σε φυτικό οξύ. Η θρεπτική αξία του φυτού ήταν απο την αρχαιότητα γνωστή. Σπέρματα βρώμης βρέθηκαν σε λείψανα λιμναίων οικισμών στην Ελβετία απο την εποχή του Ορείχαλκου. Η καλλιέργεια της αναφέρεται για πρώτη φορά στους χριστιανικούς χρόνους.

Η βρώμη είναι ένα απο τα καλύτερα ιάματα για <<θρέψη>> του νευρικού συστήματος. Θεωρείται ειδικό ίαμα σε περιπτώσεις νευρικής εξασθένησης και εξάντλησης, όταν σενδέονται με κατάθλιψη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη γενική εξασθένηση. Βοηθά όσους θέλουν να καταπνίξουν την επιθυμία τους και προσπαθούν να απεξαρτηθούν απο τη νικοτίνη και άλλα διεγερτικά. Το φυτό χρησιμοποιείται επίσης στον θυρεοειδή και την έλλειψη οιστρογόνων, για εκφυλιστικές νόσους όπως πολλαπλή σκλήρωση και για κρυολογήματα ιδιαίτερα αν υποτροπιάζουν ή είναι επίμονα.

Εδώ και 45 χρόνια οι Ολλανδοί επιστήμονες, ανακάλυψαν την ευεργετική επίδραση της βρώμης κατά της χοληστερόλης την οποία μειώνει εως και 20%, ενώ παράλληλα μπορεί να αυξήσει τη <<καλή>> χοληστερόλη μέχρι και 15% κάτι που τεκμηρίωσαν με αρκετές μελέτες. Η ποσότητα που απαιτείται καθημερινά για το σκοπό αυτό δεν υπερβαίνει τα 60 γραμμάρια άχυρου βρώμης (περίπου τα 2/3 ενός φλιτζανιού). Σύμφωνα με τους μελετητές το κύριο συστατικό που περιέχει η βρώμη κατά της χοληστερόλης είναι οι β-γλυκάνες, ένα είδος διαλυτών ιξωδών ινών που επικρυσταλλώνονται στην εντερική οδό. Η ουσία αυτή επηρεάζει την απορρόφηση και την παραγωγή χοληστερόλης, ώστε να απομακρύνεται απο το αίμα η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα της. Η αποτελεσματικότητα της βρώμης στη μείωση της χοληστερόλης είναι ικανοποιητική σε όσους έχουν υψηλή χοληστερόλη, ενώ δεν επηρεάζει όσους έχουν φυσιολογική τιμή. Τα τυποποιημένα προϊόντα βρώμης που κυκλοφορούν στο εμπόριο διαφέρουν στην περιεκτικότητά τους σε διαλυτές ίνες δηλαδή σε β-γλυκάνες (ανάλογα το προϊόν κυμαίνονται απο 8-28 %) πράγμα που

επηρεάζει την θεραπευτική τους δύναμη. (<http://www.herb.gr/index.php/news/Avena-sativa/> 13/03/16).



Εικόνα 2: Βρώμη

Η βρώμη περιέχει ανά 100 γραμμάρια :

- Ενέργεια 1.628 kJ
- Υδατάνθρακες 66,3 gr
- Διαιτητικές ίνες 10,6 gr
- Λιπαρά 6,9 gr
- Πρωτεΐνες 16,9 gr
- Βιταμίνη (B5) 1,3 mg
- Βιταμίνη (B9) 56 μg

- Ασβέστιο 54 mg
- Σίδηρο 5 mg
- Μαγνήσιο 177 mg
- β-γλυκάνη 4 gr

3.1. Η χρήση της βρώμης στη καθημερινότητα

Τη βρώμη τη χρησιμοποιούμε: 1) σε διάφορες συνταγές ζαχαροπλαστικής κάνοντας τα γλυκά μας πιο υγιεινά, πιο ελαφρά, πιο θρεπτικά όπως π.χ μπισκότα, κουλουράκια 2) σε αρτοσκευάσματα όπως σε ψωμιά και πίτες τα οποία με αλεύρι βρώμης μας προσφέρουν μια καταπληκτική γεύση μαζί με τις θεραπευτικές ιδιότητες της βρώμης 3) στη μαγειρική στην οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την βρώμη σε αντικατάσταση του ρυζιού. Μπορούμε δηλαδή να χρησιμοποιήσουμε σε φαγητά όπως: τα γεμιστά, οι σούπες ή το κρέας, πλιγούρι βρώμης αντί για ρύζι με θαυμάσια αποτελέσματα. Μπορούμε να αντικαταστήσουμε ακόμα και το ψωμί ή την φρυγανιά στα μπιφτέκια μας με νυφάδες βρώμης για ένα άριστο γευστικό όσο και θρεπτικό αποτέλεσμα 4) άλλη μια χρήση της βρώμης είναι και στην παρασκευή μπύρας όπως οι μπύρες stout από βρώμη 5) εκεί όμως που η βρώμη δίνει όλη της την δύναμη είναι στο πρωινό τρώμε τη βρώμη ως μούσλι –κύριο συστατικό του μούσλι είναι το πίτουρο που βρίσκεται στα εξωτερικά στρώματα του σπόρου της βρώμης και τη συνοδεύουμε κυρίως με γαλακτοκομικά προϊόντα π.χ. γιαούρτι ,γάλα, κεφίρ ή αλλιώς ετοιμάζουμε χυλό βρώμης με νερό ή χυμό φρούτων τον οποίο εμπλουτίζου με μεμέλι, κανέλα, μήλο, σταφίδες, αποξηραμένα δαμάσκηνα, αποξηραμένα βερίκοκα αμύγδαλα, καρύδια, και ότι άλλο αγαπά ο οργανισμός μας και η φαντασία μας ετοιμάζοντας ένα τέτοιο πρωινό είναι αυτονόητο ότι πέρα από μία πανδαισία γεύσης προσφέρουμε στον οργανισμό μας τις μοναδικές φυτικές ίνες της βρώμης πλήθος

αντιοξειδωτικών και μία σεβαστή ποσότητα πρωτεϊνών και ας μην ξεχνάμε ότι η βρώμη είναι ένα προϊόν ακόμα χωρίς επεξεργασία αγνό και με πολύ περισσότερα θρεπτικά συστατικά.

3.1.1. Παρενέργειες της βρώμης

Ωστόσο η βρώμη μπορεί να προκαλέσει και κάποια προβλήματα σε κάποιες ομάδες ανθρώπων, κυρίως σε άτομα που έχουν δυσανεξία στη γλουτένη. Η βρώμη δεν περιέχει γλουτένη. Πρακτικά όμως δεν υπάρχει βρώμη που να είναι χωρίς γλουτένη. Οι συνθήκες καλλιέργειας, μεταφοράς και επεξεργασίας της βρώμης προκαλούν τη μεταφορά ελάχιστης έστω γλουτένης από άλλα δημητριακά.

Η γλουτένη είναι πρωτεΐνη του ενδοσπερμίου του μαλακού σιταριού, κριθαριού και σίκαλης και χρησιμοποιείται πολύ συχνά στην αρτοποιία καθώς είναι εκείνη που οφείλεται για το φούσκωμα του ψωμιού. Μια ελάχιστη ποσότητα γλουτένης είναι ικανή να προκαλέσει κοιλιοκάκη σε άτομα με αυτήν τη δυσανεξία. Η κοιλιοκάκη είναι μια αυτοάνοση διαταραχή του λεπτού εντέρου που εμφανίζεται σε γενετικά προδιατεθειμένα άτομα όλων των ηλικιών από τη μέση βρεφική ηλικία. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν χρόνια διάρροια, αδυναμία ανάπτυξης (σε παιδιά), και κόπωση.

Επίσης, η βρώμη περιέχει την ουσία αβενίνη. Η αβενίνη είναι μια ουσία τοξική για τον υποβλεννογόνο του εντέρου και μπορεί να προκαλέσει αντίδραση στους κοιλιακούς μύες, προκαλώντας σπασμούς και πόνους. Πιστεύεται ότι προκαλεί προβλήματα στο 10% των ατόμων που έχουν δυσανεξία στη γλουτένη. Ακόμα, η βρώμη είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σιτηρό και ταγκίζει πολύ εύκολα για αυτό πρέπει να τη διατηρούμε σε σκοτεινό και δροσερό μέρος επίσης, είναι θερμαντική τροφή και δεν πρέπει να τη καταναλώνουμε σε μεγάλες ποσότητες τους καλοκαιρινούς μήνες που υπάρχει αυξημένη θερμοκρασία

(<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B727/01/16>).

3.2. Βρώμη και β-γλυκάνη

Μια από τις φυτικές ίνες δημητριακών που είναι υψηλά διαλυτές στο νερό, είναι η β-γλυκάνη που μπορεί να βελτιώσει καρδιαγγειακές ασθένειες, μέσω βελτιώσεων στις τιμές χοληστερόλης καθώς και σε άλλους σχετικούς παράγοντες κινδύνου. Η βρώμη έχει υψηλά διαλυτές φυτικές ίνες και φαίνεται να μειώνει αυτούς τους παράγοντες, όταν καταναλώνεται σαν μέρος μίας μέτριας σε περιεκτικότητα λίπους και ισορροπημένης διατροφής.

Το δραστικό συστατικό της βρώμης που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της χοληστερόλης, είναι η β-γλυκάνη. Η β-γλυκάνη, όπως και οι υπόλοιπες διαιτητικές ίνες με μεγάλο ιξώδες, εμπλέκονται στην απορρόφηση του διαιτητικού λίπους και της χοληστερόλης, ενώ παράλληλα παρεμβαίνουν και στην εντεροηπατική κυκλοφορία της χοληστερόλης και των χολικών οξέων. Έτσι η μείωση της ολικής χοληστερόλης προκύπτει από την μειωμένη απορρόφηση των λιπιδίων από τα χολικά οξέα. Το γεγονός αυτό προκαλεί απομάκρυνση των στεροειδών από το σώμα, μέσω των κοπράνων και έτσι αυξάνεται ο καταβολισμός της χοληστερόλης, έχουμε αύξηση της έκκρισης των χολικών οξέων, μείωση της έκκρισης των λιποπρωτεϊνών και τελικά μείωση της αποθηκευμένης χοληστερόλης στο σώμα (QueenanK, et al., 2007). Ωστόσο, υπάρχουν και άλλοι μηχανισμοί μείωσης της χοληστερόλης από διαιτητικές ίνες, όπως η δέσμευσή τους από τη χολή, η επίδρασή τους στο ιξώδες του λεπτού εντέρου, η αναστολή της απορρόφησης της γλυκόζης και η αύξηση της παραγωγής των μικρής αλύσου λιπαρών οξέων (SCFA) (KimS., et al., 2006).

Η β-γλυκάνη από βρώμη είναι ένα φυσικό πολυμερές το οποίο αποτελείται από ξεχωριστά μόρια γλυκόζης, συνδεδεμένα μεταξύ τους με μια σειρά από β-(1 →3) και β-(1 →4) δεσμούς. Η β-γλυκάνη ταυτοποιήθηκε ως το κύριο ζυμώσιμο συστατικό και σε μαγειρεμένη και σε ωμή βρώμη, αφού το μαγείρεμα δεν την επηρεάζει. Σε έρευνα έχει παρατηρηθεί πως ρολά βρώμης (Rolled oats) και απομονωμένη β-γλυκάνη (γνωστή ως oat gum) συμβάλλουν στην αύξηση στο κολλώδες στο έντερο σε αρσενικά Wistar ποντίκια (QueenanK, et al., 2007).

Επομένως, λόγω των ευεργητικών ιδιοτήτων της β-γλυκάνης στην υγεία, έχει παρατηρηθεί αύξηση της χρήσης της σε τρόφιμα, π.χ. μπισκότα, ψωμί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. Μανιτάρι – Θρεπτική αξία

Μανιτάρι ονομάζεται κοινώς το ορατό μέρος πολυκύτταρων μυκήτων με τη χαρακτηριστική συνήθως ομβρελοειδή μορφή. Στην ουσία αυτό που βλέπουμε είναι το σώμα του μανιταριού δηλαδή το όργανο στο οποίο θα αναπτυχθούν τα σπόρια που θα εξασφαλίσουν τη διαίτιση του είδους. Το κυρίως μέρος του μύκητα είναι υπόγειο και σχεδόν πάντα αθέατο το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου. Είναι το μυκήλιο που αναπτύσσεται σαν ιστός στο υπόστρωμα με τη μορφή των μυκηλιακών υφών. Το μυκήλιο μπορεί να ζήσει αρκετά χρόνια, αντίθετα με το καρπόσωμα, που ζει από λίγες ώρες έως ημέρες, αφού προσβάλλεται εύκολα από έντομα, βακτήρια, ζύμες. Εξαιρεση αποτελούν τα καρποσώματα με ξυλώδη ή φελλώδη σύσταση που μπορούν να ζήσουν έως και δεκαετίες.

Ανάλογα με τη μορφή και το σχήμα του καρποσώματος διακρίνουμε δυο κατηγορίες:

A) Βασιδιομύκητες: Είναι υποδιαίρεση ανώτερων μυκήτων, η οποία περιλαμβάνει περίπου το 25% του συνόλου των μυκήτων. Αριθμεί περισσότερα από 450 γένη, διαδεδομένα σε όλες τις χερσαίες περιοχές της γης που αποτελούν αντικείμενο της βοτανικής και γεωβοτανικής. Έχουν μεγάλη ποικιλία στο μέγεθος και στη μορφή. Υπάρχουν μικροσκοπικοί κυρίως παράσιτα ανώτερων φυτών και πολύ μεγάλοι σαπροφυτικοί που ταξινομούνται στους τελειομύκητες, τους υμενομύκητες και τους γαστερομύκητες. Τα σπόρια παράγονται πάνω σε μικροσκοπικές

ροπαλόμορφες βάσεις (Βασίδια). Έχουν σχήμα ομπρέλας, χωνιού, κυλίνδρου, κοραλλιού, κυπέλου, αστεριού. Το πιό κοινό σχήμα είναι αυτό της ομπρέλας (καπέλο ή πύλος) που στηρίζεται σε πόδι (στύπος) και κάτω από αυτό υπάρχουν ελάσματα σε ακτινωτή διάταξη (Αμανίτες) ή σωλήνες που καταλήγουν σε πόρους (Βωλίτες) ή αγκαθωτές προεξοχές (Υδνες). Στα ελάσματα υπάρχουν τα βασίδια που παράγουν τα σπόρια και τα κυστίδια που είναι στείρα.

B) Ασκομύκητες : Τα σπόρια τους παράγονται μέσα σε σάκους. Έχουν σχήμα πατάτας, σφαίρας, βολβού, κυπέλου, δίσκου κ.λ.π.

Τα μανιτάρια μπορούν να δημιουργούν αρμονικές συμβιωτικές σχέσεις αλληλοβοήθειας μεταξύ τους. Αποτελούν παράσιτα ζωντανών ή ετοιμοθάνατων δέντρων και φυτών ή να είναι σαπρόφυτα που τρέφονται από νεκρή οργανική ύλη την οποία αποσυνθέτουν παίζοντας το δικό τους σημαντικό ρόλο στο οικοσύστημα. Είναι ετερότροφοι, μη φωτοσυνθετικοί οργανισμοί. Τα μανιτάρια χαρακτηρίζονται από την απότομη ανάπτυξη και εμφάνισή τους, εξ ου και η έκφραση "*φύτρωσε σαν μανιτάρι*". Η οικολογία τους περιλαμβάνει πολλούς και διαφορετικούς βιότοπους, από τις δασωμένες πλαγιές και τα ρέματα των βουνών, τα ορεινά και ημιορεινά λιβάδια μέχρι και τις χορταριασμένες και υγρές μεριές μέσα σε πόλεις ή και τις αυλές των σπιτιών. Μπορούν να είναι εξαιρετικά βραχύβια ή και πολυετή. Στην πλειοψηφία τους, βγαίνουν το φθινόπωρο, όταν λόγω των βροχών ευνοείται από τις συνθήκες υγρασίας η καρποφορία τους. Καρποφορίες υπάρχουν και την άνοιξη, αλλά και όλο το χρόνο.

Τα μανιτάρια παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία, η οποία δυσκολεύει την ανάλυση της θρεπτικής τους αξίας. Η ενέργεια που θεωρητικά αποδίδουν, όταν καταναλώνονται ωμά ή μαγειρεμένα, είναι μικρή, καθώς αποτελούνται κυρίως από νερό (90%). Ως προς τα μακροθρεπτικά συστατικά τους, τα μανιτάρια αποτελούνται στο μεγαλύτερο μέρος, της ξηράς τους ουσίας (10%), από υδατάνθρακες και πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες των μανιταριών, λόγω της παρουσίας όλων των βασικών αμινοξέων, είναι υψηλής ποιότητας, πολύ ανώτερες από τις φυτικές πρωτεΐνες, πλησιάζοντας την ποιότητα των ζωϊκών πρωτεϊνών (<https://el.wikipedia.org> 30/02/16).

Τα μανιτάρια έχουν περιεκτικότητα χαμηλή σε θερμίδες (30 θερμίδες στα 100 γραμμάρια), ενώ περιέχουν πολύ μικρές ποσότητες νατρίου και λίπους. Περίπου το 8-10% του στεγνού βάρους τους είναι φυτικές ίνες, αποτελούν πολύ καλή πηγή καλίου και μας παρέχουν περίπου 20-40% των αναγκών μας σε χαλκό. Ακόμη, αποτελούν μια καλή πηγή ριβοφλαβίνης, νιασίνης και σεληνίου, ενός αντιοξειδωτικού που συνεργάζεται με τη βιταμίνη Ε για να προστατέψει τα κύτταρα από τις βλάβες που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες. Κάποιες από τις ευεργετικές ιδιότητες τους είναι ότι, βοηθάνε στη μείωση των επιπέδων της χοληστερίνης λόγω των φυτικών ινών και κάποιων ενζύμων που περιέχουν, βοηθάνε στη ρύθμιση του σακχάρου στο αίμα λόγω της περιεκτικότητας τους σε ινσουλίνη και ενζύμων που βοηθούν στη μείωση της γλυκόζης, ακόμα, μειώνουν την αρτηριακή πίεση λόγω της περιεκτικότητας τους σε κάλιο, έχουν αντιβακτηριακή δράση λόγω του χαλκού που περιέχουν, και, αρκετό ποσοστό ασβεστίου. Επίσης, έχουν και φαρμακευτική δράση καθώς έχει αποδειχθεί ότι έχουν ευεργετικά αποτελέσματα χωρίς παρενέργειες

<http://www.life2day.gr/2013/01/%CE%B7%CE%B8%CF%81%CE%B5%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CE%B1%CE%BE%CE%AF%CE%B1%CE%A%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%B9%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%CE%B9%CE%B4%CE%B9/12/04/16>).

Δεν είναι τυχαίο που οι Φαραώ τους έδιναν ξεχωριστή θέση στο τραπέζι τους, ενώ οι αρχαίοι Έλληνες πίστευαν ότι τα μανιτάρια δίνουν έξτρα δύναμη στους πολεμιστές την ώρα της μάχης και οι Ρωμαίοι τα θεωρούσαν δώρο θεού και τα σέρβιραν μόνο σε γιορτές. Οι Κινέζοι, φυσικά, τα εκτιμούσαν ως πηγή υγείας και τα χρησιμοποιούσαν με θεραπευτικό σκοπό και απ' ό,τι φαίνεται όλοι οι παραπάνω κάτι γνώριζαν, αφού πράγματι τα μανιτάρια παρουσιάζουν πολλές ωφέλιμες ιδιότητες που μπορούν να τονώσουν την υγεία μας. Σήμερα, τα εκτιμάμε κυρίως για την ξεχωριστή γεύση και υφή τους, καθώς νοστιμίζουν το φαγητό ή παίρνουν τη γεύση άλλων συστατικών, ενώ μπορούν να προστεθούν παντού, από σαλάτες, μέχρι σούπες και σάντουιτς, μαζί με το κρέας, αλλά και μόνα τους. Παρ' όλο που υπάρχουν δεκάδες χιλιάδες είδη μανιταριών, τα εδώδιμα είναι πολύ λιγότερα, ενώ 700 είναι γνωστά για τις θεραπευτικές τους ιδιότητες. Στην Ελλάδα υπάρχουν χιλιάδες μανιτάρια σε άγρια δάση και λιβάδια, τα οποία χρειάζονται γνώσεις για να ξεχωρίσει κάποιος αν είναι

βρώσιμα ή δηλητηριώδη, ενώ από αυτά, μόνο 150 είναι τα εδώδιμα είδη. Το χρώμα και το σχήμα τους μπορεί να ποικίλλει δραματικά από μανιτάρι σε μανιτάρι και τα πιο γνωστά είδη που καταναλώνουμε στη χώρα μας είναι τα εξής:

-Τρούφα: Έχει σχήμα ακανόνιστο, σαν σφαιρικό, αποτελείται από μια σαρκώδη μάζα με έντονο άρωμα και είναι ένα σπάνιο είδος υπόγειου μανιταριού, για το λόγω αυτό και είναι ακριβή, ενώ ανάλογα με το χρώμα της ονομάζεται άσπρη ή μαύρη. Ωριμάζει γύρω στην άνοιξη σε αμμώδη χώματα και στην κουζίνα χρησιμοποιείται για να αρωματίσει το ρύζι ή τα ζυμαρικά ή να συνοδέψει κρεατικά, ενώ τρώγεται ακόμη και ωμή.

-Σιτάκι: Με επιστημονική ονομασία *Lentinus Edodes*, το σιτάκι έχει άσπρη και σφιχτή σάρκα στο «καπέλο» του, ενώ φυτρώνει την άνοιξη και το φθινόπωρο στα ασιατικά βουνά. Στην Ελλάδα δεν είναι διαδεδομένο όσο άλλα είδη μανιταριών, παρ' όλ' αυτά όσοι το χρησιμοποιούν το προτιμούν τηγανητό.

-Ασπρομανιτάρα: Ίσως τα πιο γνωστά μανιτάρια στη χώρα μας, είναι τα μικρά, κοινά μανιτάρια με χρώμα που ποικίλλει από άσπρο και εκρού μέχρι ανοιχτό καφέ και γκρι και κυκλοφορούν και με την ονομασία «μανιτάρια του Παρισιού». Τα βρίσκουμε ολόκληρα ή κομμένα σε φέτες, μικρά ή μεγάλα και... στρουμπουλά και μπορούμε να τα προσθέσουμε στη σαλάτα, την πίτσα, τις μακαρονάδες και το κρέας, ή να τα φάμε γεμιστά.

-Πλευρώτους: Έχουν περίεργο σχήμα, αρκετή σάρκα και αυλακώσεις στη μία πλευρά, ενώ στην άλλη έχουν πιο απαλή υφή. Υπάρχουν καλλιεργημένα, άγρια και βιολογικά και συχνά ένα μόνο μανιτάρι μπορεί να ζυγίζει ακόμα και 4 κιλά. Χρησιμοποιούνται κυρίως ψητά, σε σούπες, αλλά μπορούν να συνοδεύσουν με επιτυχία τόσο κρεατικά όσο και θαλασσινά.

-Πορτομπέλο: Συνήθως έχουν πλατύ «καπέλο» χρώματος καφέ, ενώ γενικότερα τα πορτομπέλο είναι εντυπωσιακά σε μέγεθος. Έχουν γεύση και άρωμα κρέατος, γι' αυτό μπορούν να το αντικαταστήσουν, ειδικά σε περιπτώσεις χορτοφάγων. Ανάλογα το μέγεθός γίνονται και γεμιστά.

-Πορτσίνι (βασιλομανίταρο): Αφράτο, με χοντρό κορμό και απαλό δέρμα, το βασιλομανίταρο έχει γεύση που μοιάζει και πάλι πολύ με κρέας, ενώ το άρωμά του θυμίζει κάστανο και φουντούκι. Στην ελληνική κουζίνα τρώγεται συχνά ψητό στα κάρβουνα με λίγο αλάτι, ενώ γενικά τρώγεται τηγανητό, ψητό ή σωτέ με σκόρδο και μπορεί να συνδυαστεί με διάφορα πιάτα ζυμαρικών, κρεατικών, αλλά και με ρύζι.

-Κανθαρέλα: Έχει πορτοκαλί χρώμα (υπάρχει, όμως, και μια σπάνια ποικιλία χρώματος μαύρου) και εκ πρώτης όψεως θυμίζει τρομπέτα, ενώ το άρωμά της μοιάζει με βερίκοκο ή νεράντζι και η υφή της είναι πολύ ελαστική. Χρησιμοποιείται σε άσπρες σάλτσες, πουλερικά, αρνί κ.λπ, ενώ στη βόρεια Ελλάδα την κάνουν και... γλυκό του κουταλιού.

-Μορχέλα: Έχει καπέλο σε σχήμα κώνου και χρώμα από ανοιχτό μπεζ μέχρι σταχτόμαυρο, με τη σκουρόχρωμη ποικιλία να θεωρείται πιο νόστιμη. Είναι ακριβή και το άρωμά της θυμίζει έντονα συκώτι. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σούπες και σάλτσες, ενώ ταιριάζει και με κρεατικά, θαλασσινά και αλλαντικά (<http://www.clickatlife.gr/diatrofi/story/7028> 02/04/16). Εμείς θα ασχοληθούμε διεξοδικά με τα μανιτάρια *Pleurotus Citrinopileatus*, και *Pleurotus Ostreatus* και με τη β- γλυκάνη που υπάρχει σε αυτά.

4.1. Μανιτάρια *Pleurotus Citrinopileatus*

Το είδος *Pleurotus Citrinopileatus*, το χρυσό στρείδι όπως αλλιώς ονομάζεται, ανήκει στην οικογένεια των *Pleurotus*, και είναι ένας εδώδιμος μύκητας. Τα χρώματα στα μανιτάρια όπως και στους υπόλοιπους καρπούς της φύσης υποδουλώνουν την ύπαρξη φυσικών χρωστικών με αντιοξειδωτικές σχεδόν πάντα ιδιότητες. Τα χρώματα αναπτύσσονται μόνο όταν τα μανιτάρια βρίσκονται σε συνθήκες φυσικού φωτισμού και όχι στο σκοτάδι. Τα κίτρινα ή αλλιώς χρυσά πλευρώτους είναι πιο ευαίσθητα από τα υπόλοιπα μανιτάρια στους χειρισμούς. Τα όργανα καρποφορίας του *P. citrinopileatus* αναπτύσσονται σε ομάδες στο φωτεινό κίτρινο με χρυσό καφέ καπάκι με μια βελούδινη, ξηρή υφή στην επιφάνεια. Τα καπάκια κυμαίνονται από 20-65 mm

(0,79 έως 2,56) σε διάμετρο. Η σάρκα είναι λεπτή και λευκή, με μια ήπια γεύση και χωρίς έντονη μυρωδιά. Τα στελέχη είναι κυρίως σε σχήμα κυλινδρικό, σε λευκό χρώμα, συχνά κυρτή ή λυγισμένη, και περίπου 20-50 mm (0,79 έως 1,97) μήκος και 2-8 mm (0,079 έως 0,315) σε διάμετρο. Τα βράγχια είναι λευκά, έχουν μικρή απόσταση μεταξύ τους, και βρίσκονται κάτω από το στέλεχος. Τα σπόρια του έχουν κυλινδρικό ή ελλειπτικό σχήμα, είναι λεία, υαλώδη, αμυλοειδές, και τη μέτρηση 6-9 από 2-3,5 μm .



Εικόνα 3: Μανιτάρι *Pleurotus Citrinopileatus*

Το χρυσό στρείδι μανιταριών, όπως και άλλα είδη μανιταριών στρειδιών, είναι ένας ξύλο-αποσύνθεσης μύκητας. Στην άγρια φύση, τα *P.citrinopileatus* αποσυντίθεται πιο συχνά σε σκληρά ξύλα όπως η λεύκα. Τα μανιτάρια *citrinopileatus* αποτελούν πηγή αντιοξειδωτικών. Έχουν μελετηθεί για τις αντιυπεργλυκαιμικά ιδιότητές τους, καθώς μείωσαν τα επίπεδα του σακχάρου στο αίμα σε διαβητικούς αρουραίους. Έχουν επίσης μελετηθεί ως πηγή υπολιπιδαιμικών φαρμάκων, καθώς έχει βρεθεί ότι βοηθούν την μείωση της χοληστερόλης (<https://el.wikipedia.org> 25/11/15).

4.2. Μανιτάρια *Pleurotus Ostreatus*

Το είδος *Pleurotus Ostreatus* (Oyster mushroom) σχηματίζει τα γνωστά καλλιεργούμενα «στρειδόμορφα»μανιτάρια που αναπτύσσονται σαπροτροφικά πάνω σε δέντρα όπως η καστανιά, η λεύκα και το έλατο. Είναι ένα κοινό εδώδιμο μανιτάρι. Ήταν το πρώτο που καλλιεργούνταν στη Γερμανία ως μέτρο επιβίωσης κατά τη διάρκεια του Α Παγκοσμίου Πολέμου και τώρα καλλιεργούνται για εμπορικούς σκοπούς σε όλο τον κόσμο, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανική κλίμακα. Το μανιτάρι στρειδιών είναι ένα από τα πιο συχνά άγρια μανιτάρια που ζητείται, και μπορεί επίσης να καλλιεργηθεί σε άχυρο. Έχει τη γλυκόπικρη γεύση βενζαλδεΐδης (η οποία είναι επίσης χαρακτηριστικό της πικραμύδαλο).



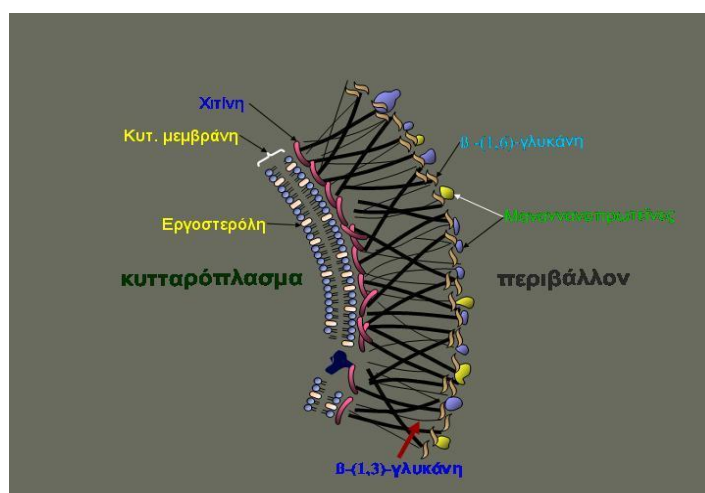
Εικόνα 4: Μανιτάρι Pleurotus Ostreatus

Στα λατινικά, πλευρώτους (στο πλάι) αναφέρεται στην πλάγια ανάπτυξη του στελέχους σε σχέση με το καπάκι, ενώ η λατινική λέξη *ostreatus* (και στην αγγλική κοινή ονομασία, στρείδι) αναφέρεται στο σχήμα του καπακιού που μοιάζει με το μαλακίων. Πολλοί επίσης πιστεύουν ότι το όνομα οφείλεται στη γεύση η οποία μοιάζει με τα στρείδια. Το καπάκι που η διάμετρο του κυμαίνεται από 5-25 cm έχει χρώματα από λευκό, γκρι μαύρο έως σκούρο καφέ. Η σάρκα είναι λευκή, σφιχτή, και ποικίλλει σε πάχος. Τα βράγχια του μανιταριού είναι λευκά ή κρέμ, και κατεβαίνουν στο μίσχο αν υπάρχει. Αν υπάρχει, είναι εκτός κέντρου με μια πλευρική

προσκόλληση σε ξύλο. Το κοτσάνι του μανιτάριου συχνά απουσιάζει, όταν όμως υπάρχει, είναι κοντό και χοντρό.

4.3. Μανιτάρι και β-γλυκάνη

Οι β-γλυκάνες είναι φυσικοί πολυσακχαρίτες που βρίσκονται στο κυτταρικό τοίχωμα των μυκήτων. Το μήκος της β-γλυκάνης στους διάφορους μύκητες διαφέρει. Οι β-γλυκάνες είναι πολυμερή της γλυκόζης, ενωμένα με β-1,3, β-1,4 και β-1,6 γλυκοζιδικούς δεσμούς. Οι β-1,3 και β-1,6 γλυκάνες είναι οι πλέον αποτελεσματικές στην ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού μας συστήματος και ως κύριες πηγές είναι τα μανιτάρια και οι ζύμες.



Εικόνα 5: Η δομή κυτταρικού τοιχώματος μύκητα

Υπάρχουν αναφορές ότι οι β-1,3 και β-1,6 γλυκάνες σε in vitro πειράματα έχουν επιδείξει κυτταροτοξική δράση εναντίον των καρκινικών κυττάρων, ενώ σε in vivo μελέτες σε πειραματόζωα, αντικαρκινική δράση μέσω ενίσχυσης του ανοσοποιητικού συστήματος . Οι β-γλυκάνες που έχουν μελετηθεί πιο πολύ είναι η λεντινάνη από το *Lentinus edodes* , η σχιζοφυλλάνη από το *Schizophyllum commune* , η γριφολάνη από το *Grifóla frondosa* και η SSG από το *Sclerotinia sclerotiorum*.

Η λεντινάνη είναι μια γλυκάνη η οποία εντοπίζεται στο καρποφόρο σώμα του εδώδιμου μανιταριού *Lentinusedodes* εμπορικά Σιτάκε (*Shiitake*). Η λεντινάνη από χημικής άποψης ανήκει στις β-1,3 γλυκάνες με μια αποκλειστικότητα στην ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος. Η συγκέντρωση της λεντινάνης σε ωμό μανιτάρι είναι περίπου 0,14mg/gr μανιταριού. Μελέτες σε ανθρώπους έχουν δείξει ισχυρές ανσορρυθμιστικές ιδιότητες με αντιβακτηριακή και αντιμυκητιακή δράση.

Οι γλυκάνες *Ganoderma lucidum* εντοπίζεται στο μανιτάρι *Ganoderma lucidum* και εμπορικά είναι γνωστό με την ονομασία Reishi. Οι πολλές και σύνθετες θεραπευτικές ιδιότητες που διαθέτει το *Ganoderma lucidum* έχουν γίνει αντικείμενο επιστημονικής έρευνας στην Αμερική, στην Ιαπωνία και στην Κίνα, τόσο για την προληπτική όσο και για τη θεραπευτική τους δράση. Οι υδατοδιαλυτοί πολυσακχαρίτες του και κυρίως η β-8-(1,3)-D-γλυκάνες είναι το πιο ενεργό συστατικό του, στο οποίο αποδίδονται αντικαρκινικές ιδιότητες. Οι δραστικές και βιολογικά ενεργές γλυκάνες του ενεργοποιούν και θωρακίζουν το ανοσοποιητικό μας σύστημα, καταπολεμούν την κόπωση και έχουν ισχυρή αντικαρκινική δράση.

Τόσο το shiitake όσο και το Reishi είναι τα μανιτάρια που θα μπορούσαν να μας βοηθήσουν σε περιόδους έξαρσης ιώσεων και αλλεργιών, αφού διαθέτουν ισχυρές ανσορρυθμιστικές ιδιότητες σύμφωνα με συστηματική έρευνα που πραγματοποιείτε τα τελευταία είκοσι χρόνια

http://www.superfoods.gr/holistic_life/%CE%BF%CE%B9%CE%B2%CE%B3%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CF%82-%CE%BF%CE%B9-%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%AF%CF%80%CE

[%BF%CE%BB%CF%85%CF%83%CE%B1%CE%BA%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%AF%CF%84/ 15/11/15\)](#)



Εικόνα 6: Μανιτόπι shiitake



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. Υλικά και Μέθοδοι

Για την εξαγωγή β-γλυκάνης τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής :

- Φυγοκεντρικοί σωλήνες
- Σφαιρικές φυάλες
- Ποτήρι ζέσεως
- Ζυγαριά ακριβείας
- Μαγνητικός αναδευτήρας – θέρμανσης
- Μηχάνημα Φυγοκέντρωσης
- Μηχάνημα Λυοφιλίωσης

5.1. Μηχάνημα Φυγοκέντρωσης

Φυγόκεντρος, είναι μια συσκευή που αποτελεί εργαστηριακό εξοπλισμό και ασκεί φυγόκεντρο δύναμη σε ένα δείγμα. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό ενός στερεού από ένα υγρό καθώς και ενός υγρού από ένα άλλο υγρό διαφορετικής πυκνότητας. Κατά την φυγοκέντρωση τα βαρέα στοιχεία του μίγματος πηγαίνουν στο πυθμένα του σωληναρίου όπου αυτό βρίσκεται ενώ τα ελαφρύτερα

παραμένουν πάνω από τον πυθμένα. Τα στοιχεία που πηγαίνουν στο πυθμένα αποτελούν το ίζημα και τα στοιχεία που βρίσκονται στην επιφάνεια αποτελούν το υπερκείμενο. Συνήθως το υπερκείμενο μεταγγίζεται σε χωριστό σωληνάριο οπότε ίζημα και υπερκείμενο διαχωρίζονται πλήρως. Η ουσία που χειριζόμαστε εμβυθίζεται σε ένα ρότορα ο οποίος περιστρέφεται γύρω από τον κεντρικό του άξονα με μεγάλη επιτάχυνση. Η φυγόκεντρος επιτάχυνση που δημιουργείται, επιδρά πάνω στην ουσία με τέτοιο τρόπο ώστε τα βαρύτερα συστατικά να τείνουν να διαταχθούν στην εξωτερική επιφάνεια. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη φυγόκεντρων. Ανάλογα με την ταχύτητα του ρότορα και τη λειτουργία τους μπορούμε να διακρίνουμε 4 κατηγορίες φυγοκέντρων:

A) Φυγόκεντροι φίλτρου: Οι Φυγόκεντροι φίλτρου, αποτελούν τον πιο απλό τύπο φυγόκεντρου και κυρίως χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση ενός υγρού από ένα στερεό όταν το πρώτο εμπεριέχεται στο δεύτερο. Ο ρότορας, του οποίου η ταχύτητα είναι σχετικά χαμηλή (500-1000 rpm/min), αποτελείται από έναν κάδο του οποίου τα τοιχώματα φέρουν οπές. Η υγρή φάση ωθούμενη από τη φυγόκεντρο δύναμη εξέρχεται από τις οπές και συγκεντρώνεται σε ένα εξωτερικό περίβλημα του κάδου.

B) Γνήσιες φυγόκεντροι : Οι Γνήσιες φυγόκεντροι, χρησιμοποιούνται γενικώς για το διαχωρισμό δυο υγρών διαφορετικής πυκνότητας, όπως επίσης και για το διαχωρισμό ενός υγρού από ένα στερεό σε μορφή εναιωρήματος. Έχουν ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών ξεκινώντας από τη βιομηχανία χημικών ουσιών, τη βιομηχανία τροφίμων (π.χ. αποβουτύρωση γάλακτος) έως τα εργαστήρια βιολογίας και ιατρικής (π.χ. καθίζηση οργανικών ουσιών). Ο ρότορας, ιδίως των φυγοκέντρων που αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες, έχει σωληνοειδές σχήμα και διάμετρο ανάλογη της περιστροφής, δηλαδή, όσο πιο γρήγορη είναι η περιστροφή τόσο πιο μικρή είναι η διάμετρος.

Γ) Super φυγόκεντροι : Οι Super φυγόκεντροι κατασκευάζονται με ειδικές τεχνολογικές τροποποιήσεις για την ανάρτηση του ρότορα η οποία δε μπορεί να είναι πλέον μηχανική εξαιτίας των υψηλών ταχυτήτων περιστροφής (της τάξεως εκατοντάδων χιλιάδων στροφών το λεπτό, με επιτάχυνση φυγοκέντρου 200.000 φορές μεγαλύτερη από την επιτάχυνση της βαρύτητας) . Στις φυγόκεντρους αυτές ο

ρότορας έχει διάμετρο λίγων χιλιοστών και αιωρείται μέσα σε ένα αεροστεγώς κλεισμένο χώρο. Ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις προκαλούν την περιστροφή του.

Δ) Ultra φυγόκεντροι : Οι Ultra φυγόκεντροι έχουν ταχύτητα που ποικίλει, αλλά αυτή είναι πάντα της τάξεως δεκάδων χιλιάδων στροφών ανά λεπτό και έχουν επιτάχυνση μεγαλύτερη κατά 250.000 φορές από την επιτάχυνση της βαρύτητας. Χρησιμοποιούνται σχεδόν κατά αποκλειστικότητα σε εργαστήρια βιολογίας για τη μετάγγιση σωματιδίων που - 11 - έχουν διαστάσεις μm, όπως είναι οι ιοί, καθώς επίσης και στην ανάλυση της συμπεριφοράς των διαφόρων μακρομορίων.

5.1.1. Αρχή λειτουργίας

Η φυγοκέντριση αποτελεί μια από τις πιο χρήσιμες πρακτικά εφαρμογές της κυκλικής κινήσεως. Από την φυσική είναι γνωστό ότι τα στερεά σωματίδια αιωρούμενα μέσα σε υγρό με μικρή πυκνότητα έχουν πτωτική τάση κάτω από την επίδραση της βαρύτητας. Η ταχύτητα με την οποία πέφτουν τελικά εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων, όπως είναι το σχήμα και το μέγεθος των αιωρούμενων σωματιδίων και η διαφορά πυκνότητας της στερεάς φάσεως. Σύμφωνα με τον νόμο του Stokes, όσο μεγαλώνει η δύναμη της τεχνητά δημιουργούμενης βαρύτητας τόσο και πιο γρήγορα διαχωρίζεται η στερεά φάση από την υγρή. Η δύναμη που απαιτείται για να μπορέσει να διατηρηθεί ένα σωματίδιο σε κυκλική κίνηση σταθερής ακτίνας και ταχύτητας είναι ανάλογη με τη μάζα του. Στις φυγόκεντρες συσκευές επιτυγχάνονται δυνάμεις μεγαλύτερες από τη βαρύτητα.

(<https://el.wikipedia.org> 10/05/16). Η δύναμη f πάνω σε ένα σωματίδιο δίνεται από τη σχέση:

$$f = m \cdot a$$

Όπου:

- m = η μάζα του σωματιδίου
- a = η επιτάχυνσή του



Εικόνα 8: Μηχάνημα φυγοκέντρησης

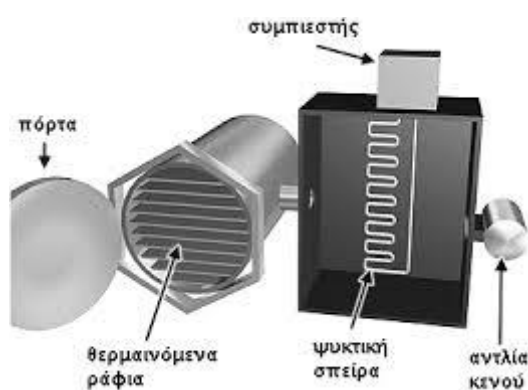
5.2. Μηχάνημα Λυοφιλίωσης

Η μέθοδος της ξήρανσης των τροφίμων με λυοφιλίωση, συνίσταται στην κατάψυξη του υπό ξήρανση υλικού και κατόπιν την εξάχνωση του σχηματισθέντος πάγου μέσα στο κατεψυγμένο υλικό, ώστε να παραχθεί το αφυδατωμένο προϊόν. Η μέθοδος της λυοφιλίωσης πλεονεκτεί των υπολοίπων μεθόδων αφυδάτωσης καθώς έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα (α) δεν καταστρέφει τα θρεπτικά συστατικά του τροφίμου και επιπλέον διατηρεί τα πτητικά αρωματικά συστατικά του, (β) συντηρεί καλύτερα τα χαρακτηριστικά της δομής και εμφάνισης καθώς η συρρίκνωση είναι αμελητέα, (γ) τα δείγματα δεν αφρίζουν, δεν σκληραίνουν, δεν οξειδώνονται και (δ) δεν υφίστανται καμία μεταβολή στην μικροβιοχλωρίδα τους κατά την επεξεργασία αυτή. Στα συνήθη συστήματα λυοφιλίωσης η κλίση της τάσης των ατμών που είναι απαραίτητη για την εξάχνωση, επιτυγχάνεται με την διατήρηση ορισμένης ολικής πίεσης στον θάλαμο της ξήρανσης. Οι δημιουργούμενοι υδρατμοί απάγονται με ένα σύστημα συμπύκνωσης τους και ένα σύστημα θέρμανσης παρέχει την λανθάνουσα θερμότητα εξάχνωσης στο κατεψυγμένο υλικό. Τα δείγματα μετά την αρχική τους επεξεργασία, αφυδατώθηκαν με τη μέθοδο αυτή. Αρχικά καταψύχθηκαν στο εσωτερικό του λυοφιλιωτή στους $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ και έπειτα εφαρμόστηκε κενό που

αντιστοιχούσε στους $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2.460mbar) ενώ η θερμοκρασία των θερμαντικών πλακών ήταν $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Με τη βοήθεια ενός θερμοστοιχείου, που βρισκόταν στο κέντρο μικρού δείγματος από το προς ξήρανση τρόφιμο, ήταν δυνατή η παρακολούθηση της πορείας ξήρανσης των δειγμάτων. Η αφυδάτωση ολοκληρωνόταν μόλις η θερμοκρασία στο κέντρο του δείγματος άγγιζε τους $(+18) - (+20)\text{ }^{\circ}\text{C}$, γεγονός που αποτελεί ένδειξη της απουσίας πάγου και συνεπώς υγρασίας από το δείγμα. Η διάρκεια της αφυδάτωσης εξαρτάται από το είδος του δείγματος και κυμαινόταν από 12-30 ώρες

(http://nutrition.med.uoc.gr/GreekTables/ximikes_analyseis/ximikes_analyseis_01.htm 10/05/16).

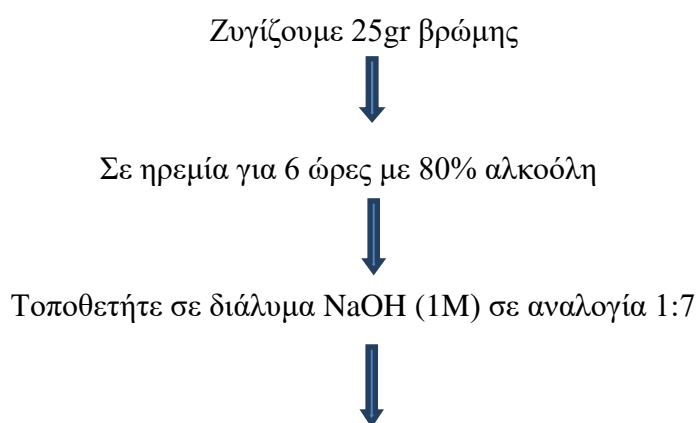


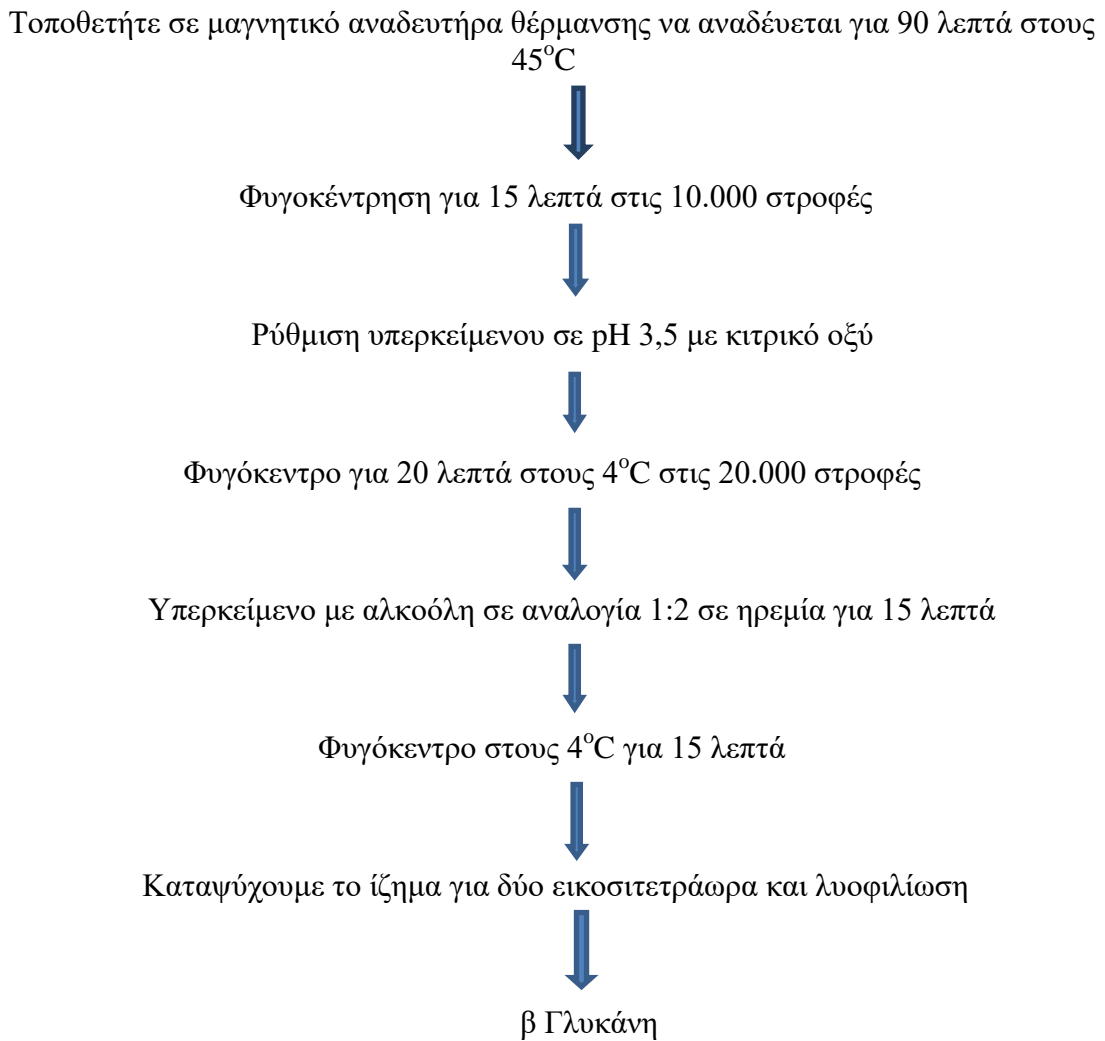
Εικόνα 9: Σχηματικό διάγραμμα θαλάμου λυοφιλίωσης

5.3. Μέθοδος εξαγωγής β-γλυκάνης απο βρώμη

Αρχικά, ζυγίστηκαν 25 gr πίτουρο βρώμης τα οποία τοποθετήσαμε σε ένα ποτήρι ζέσεως. Στη συνέχεια ρίξαμε αλκοόλη μέχρι να καλυφτεί τελείως η βρώμη. Το

αφήσαμε σε ηρεμία για 6 ώρες. Στη συνέχεια, κάναμε διήθηση ώστε να παρουμε τη βρώμη η οποία ηταν εβαπτιζόμενη στην αλκοόλη. Τη βρώμη που πήραμε τη βάλουμε σε διάλυμα NaOH (1M) σε αναλογία 1:7 σε μια σφαιρική φιάλη και την τοποθετήσαμε σε μαγνητικό αναδευτήρα θέρμανσης να αναδεύεται για 90 λεπτά στους 45°C. Αφού αναδεύτηκε καλά, μοιράσαμε τη βρώμη που έχουμε στη σφαιρική φιάλη στους φυγοκεντρικούς σωλήνες των 45 ml. Αυτή η διεργασία έγινε με τη βοήθεια μιας ζυγαριάς ακριβείας, καθώς πρέπει τα απέναντι σωληνάκια να ζυγίζουν το ίδιο. Σε περίπτωση απόκλισης προσθέτουμε λίγο απεσταγμένο νερό. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν στο μηχάνημα φυγοκέντρωσης για 15 λεπτά στις 10.000 στροφές. Αφού τελειώσε η φυγόκεντρος απο κάθε σωληνάκι πήραμε το υπερκείμενο και το συγκεντρώσαμε σε ένα ποτήρι ζέσεως το οποίο τοποθετήσαμε στο μαγνητικό αναδευτήρα. Αμέσως μετά αρχίσαμε να ρίχνουμε κιτρικό οξύ μέχρι το pH να φτάσει στη τιμή 3,5, ο έλεγχος του pH έγινε με τη βοήθεια πεχάμετρου. Αφού φτασει το pH στη τιμή 3,5 ξανά μοιράσαμε το υλικό μας στα σωληνάκια φυγοκέντρωσης για να ξανά τοποθετηθούν στη φυγόκεντρο για 20 λεπτά στους 4°C στις 20.000 στροφές. Αφού τελειώσε η φυγόκεντρος, απο κάθε σωληνάκι πήραμε το υπερκείμενο και προσθέσαμε σε αυτό αλκοόλη σε αναλογία 1:2 και το αφήσαμε σε ηρεμία για 15 λεπτά. Τέλος, πήραμε το υπερκείμενο με την αλκοόλη και τη μοιράσαμε στα σωληνάκια της φυγόκεντρος και τα τοποθετήσαμε στη φυγόκεντρο στους 4°C για 15 λεπτά. Όταν τελειώσε η φυγόκεντρος απο κάθε σωληνάκι πήραμε το ίζημα και το τοποθετήσαμε σε ενα ποτήρι ζέσεως. Το ίζημα αυτό τοποθετήθηκε σε υπερκαταψύχτη για δύο εικοσιτετράωρα και στη συνέχεια στο μηχάνημα λυοφιλίωσης όπου απο εκεί πήραμε το τελικό μας προϊόν που είναι η β-γλυκάνη.



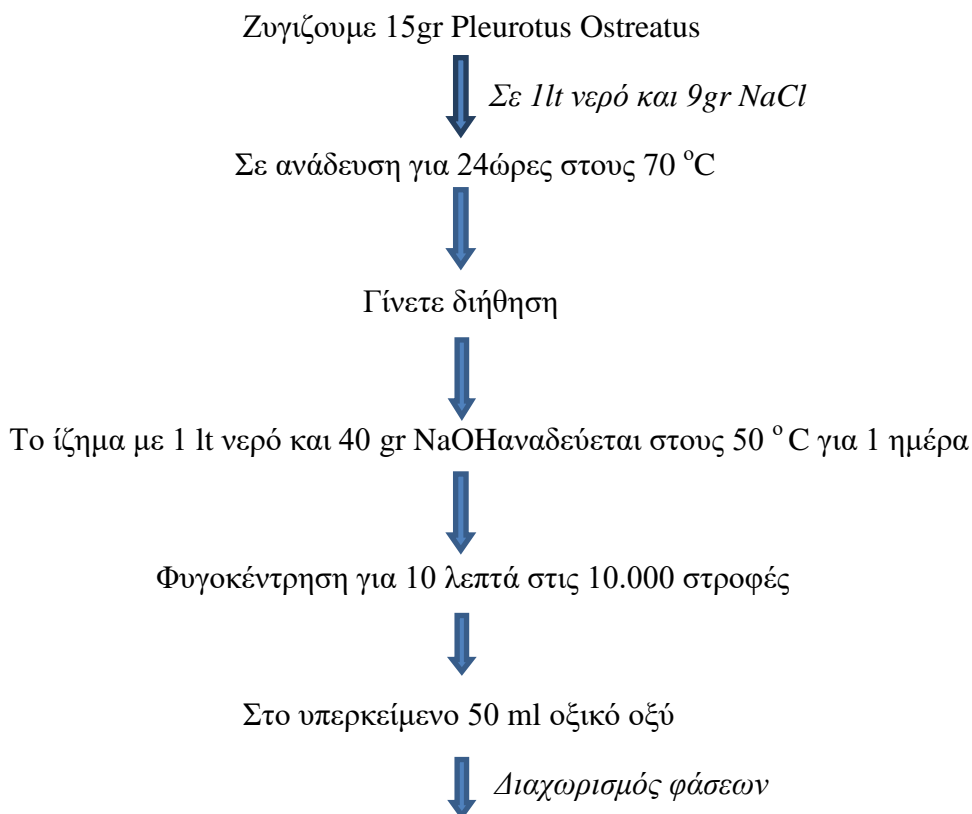


Σχήμα 2. Εξαγωγή β-γλυκάνης απο βρώμη

5.4. Μέθοδος εξαγωγής β-γλυκάνης απο μανιτάρια

Για την εξαγωγή β-γλυκάνης απο μανιτάρια χρησιμοποιήθηκαν δύο είδη μανιταριών, τα μανιτάρια *Pleurotus citrinopileatus* και *Pleurotus Ostreatus*. Αρχικά, ζυγίστηκαν 15 gr σε σκόνη το κάθενα και τοποθετήθηκαν σε μια σφαιρική φιάλη με 1lt νερό και 9 gr NaCl ξεχωριστά. Στη συνέχεια, τα αφήσαμε να αναδεόνται σε

θερμοκρασία 70 °C για 24 ώρες και μετά κάναμε διήθηση στο καθένα δείγμα μας ξεχωριστά. Το ίζημα που πήραμε απο τα δείγματα μας το τοποθετήσαμε σε μια σφαιρική φυάλη με 1 lt νερό και 40 gr NaOH και το αφήσαμε να αναδεύεται στους 50 ° C για 1 ημέρα. Αμέσως μετά μοιράσαμε το υλικό μας στα σωληνάκια της φυγόκεντρο και τα τοποθετήσαμε σε αυτή για 10 λεπτά στις 10.000 στροφές. Αφού τελείωσε η φυγόκεντρος απο κάθε σωληνάκι πήραμε το υπερκείμενο και το τοποθετήσαμε σε ένα ποτήρι ζέσεως το ίδιο και με το ίζημα που είχε δημιουργηθεί. Στο υπερκείμενο βάλαμε 50 ml οξικό οξύ και το τοποθετήσαμε στο ψυγείο στους 8 °C. Το δείγμα μας παρουσίασε δύο φάσεις , μια διαφανές και μια άσπρη φάση. Συγκεντρώσαμε την άσπρη φάση σε ένα ποτήρι ζέσεως και το καταψύξαμε για δύο εικοσιτετράωρα και στη συνέχεια το τοποθετήσαμε στο μηχάνημα της λυοφιλίωσης. Το τελικό μας προϊόν ήταν η β-γλυκάνη αποξηραμένη.



Καταψύχουμε για δύο εικοσιτετράωρα και λυοφιλίωση



β Γλυκάνη

Σχήμα 3. Εξαγωγή β-γλυκάνης από *Pleurotus Ostreatus*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6. Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

6.1. Τι είναι το NMR

Η φασματοσκοπία Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού (NMR) είναι φασματοσκοπία απορρόφησης και έχει ως βάση τις μαγνητικές ιδιότητες των πυρήνων των ατόμων. Μια ομάδα κατάλληλων πυρήνων που βρίσκονται υπό την επίδραση ενός ισχυρού μαγνητικού πεδίου μπορεί να αλληλεπιδρά με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην περιοχή των ραδιοκυμάτων και να απορροφά ενέργεια. Η ενέργεια αυτή είναι ικανή να επιφέρει αλλαγές στον προσανατολισμό των πυρήνων σε σχέση με την κατεύθυνση του πεδίου. Η τοποθέτηση της κορυφής συντονισμού ενός πρωτονίου σε μια ορισμένη θέση στην περιοχή συχνοτήτων του NMR φάσματος, εξαρτάται από το χημικό περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται το αναφερόμενο πρωτόνιο.

Εκτός του ^1H και άλλοι πυρήνες όπως ^{19}F , ^{11}B , ^{13}C , ^{15}N και ^{31}P , μπορούν να εξεταστούν με κατάλληλους συνδυασμούς ραδιοσυχνοτήτων και κατάλληλων μαγνητικών πεδίων. Πυρήνες με ζυγό ατομικό και μαζικό αριθμό όπως π.χ. ^{12}C , ^{16}O , δεν ανιχνεύονται με τη μέθοδο του Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού γιατί στερούνται αυτοστροφορμής.

Η φασματοσκοπία NMR χρησιμοποιείται ευρέως για τον καθορισμό δομών οργανικών μορίων, για τη μελέτη αλληλεπίδρασης φαρμακευτικών και άλλων βιολογικά δραστικών ουσιών με το κέντρο δράσης τους, για την ανάπτυξη μοριακών προτύπων για τη σύνθεση φαρμακευτικών μορίων με βελτιωμένες βιολογικές ιδιότητες, για τη μελέτη νοθείας ποτών και τροφίμων, κ.ά. Ένα ^1H NMR φάσμα μπορεί να δώσει διάφορες πληροφορίες όπως: είδος πρωτονίων, που σχετίζονται με τη χημική μετατόπιση, δομική σχέση πρωτονίων μεταξύ τους, αριθμός πρωτονίων ανά κορυφή, κλπ. Η χρήση υψηλού πεδίου παράγει φάσματα υψηλής διαχωριστικότητας, τα οποία αποτελούνται από πληθώρα σημάτων, ο διαχωρισμός των οποίων καθίσταται αναγκαίος. Ένας τρόπος να αποφευχθεί αυτό είναι ο χωρισμός των σημάτων σε διάφορες διαστάσεις. Στη φασματοσκοπία δύο διαστάσεων (two dimensional NMR, 2D-NMR) υπάρχει καταγραφή δύο διαφορετικών πληροφοριών σε δύο διαφορετικούς άξονες συχνοτήτων F2 και F1. Στον έναν άξονα F2 καταγράφονται συνήθως οι απορροφήσεις ενός συγκεκριμένου πυρήνα (^1H ή ^{13}C) ενός μορίου, ενώ στον άλλο άξονα καταγράφονται άλλες πληροφορίες όπως οι απορροφήσεις άλλων πυρήνων που σχετίζονται ή αλληλεπιδρούν με αυτούς του άξονα F2.

Τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος NMR είναι τα εξής:

1. Ένας ηλεκτρομαγνήτης, που παράγει μαγνητοστατικό πεδίο.
2. Ένα σύστημα τριών πηνίων που παράγουν στο χώρο του μαγνητοστατικού πεδίου ένα μαγνητικό πεδίο το οποίο ονομάζεται πεδίο κλίσης. Το πεδίο αυτό έχει μόνο μια συνιστώσα που είναι παράλληλη με το στατικό πεδίο, ενώ η έντασή της μεταβάλλεται γραμμικά ως προς τις χωρικές συντεταγμένες.
3. Ένα πηνίο εκπομπής παλμών ραδιοσυχνοτήτων.
4. Ένα πηνίο λήψης των σημάτων που εκπέμπονται από τους συντονισμένους πυρήνες του εξεταζόμενου βιολογικού υλικού.
5. Ένα σύστημα ανίχνευσης, το οποίο παράγει το σήμα εξόδου του συστήματος.
6. Ένα σύστημα απεικόνισης, που περιλαμβάνει τον υπολογιστή στον οποίο γίνεται η ανακατασκευή και η παρουσίαση των εικόνων

Η αρχή του NMR περιλαμβάνει συνήθως δύο διαδοχικά βήματα:

- Τη στοίχιση (πόλωση) των πυρηνικών μαγνητικών σπιν σε ένα εφαρμοζόμενο, σταθερό μαγνητικό πεδίο H_0 .
- Τη διαταραχή αυτής της στοίχισης των πυρηνικών σπιν χρησιμοποιώντας έναν ηλεκτρομαγνητικό παλμό, συνήθως ραδιοφωνικής συχνότητας (RF). Η απαιτούμενη συχνότητα διαταραχής εξαρτάται από το στατικό μαγνητικό πεδίο (H_0) και τους πυρήνες της παρατήρησης.

Τα δύο πεδία επιλέγονται, συνήθως, ώστε να είναι κάθετα μεταξύ τους, επειδή αυτό μεγιστοποιεί την ένταση σήματος του NMR. Η τελική απόκριση από τον συνολικό μαγνητισμό (M) των πυρηνικών σπιν είναι το φαινόμενο που χρησιμοποιείται στη φασματοσκοπία NMR και τη μαγνητική τομογραφία. Και οι δύο χρησιμοποιούν έντονα εφαρμοζόμενα μαγνητικά πεδία (H_0) για να πετύχουν διασπορά και πολύ υψηλή σταθερότητα ώστε να δώσουν φασματική ανάλυση, οι λεπτομέρειες της οποίας περιγράφονται από τις χημικές μετατοπίσεις (chemical shifts), το φαινόμενο Ζέεμαν (Zeeman effect) και τις μετατοπίσεις Νάιτ (Knight shifts) (στα μέταλλα).

Τα φαινόμενα NMR χρησιμοποιούνται επίσης στο NMR χαμηλού πεδίου (low field NMR), στη φασματοσκοπία NMR και MRI για το μαγνητικό πεδίο της γης και σε πολλούς τύπους μαγνητομέτρων.

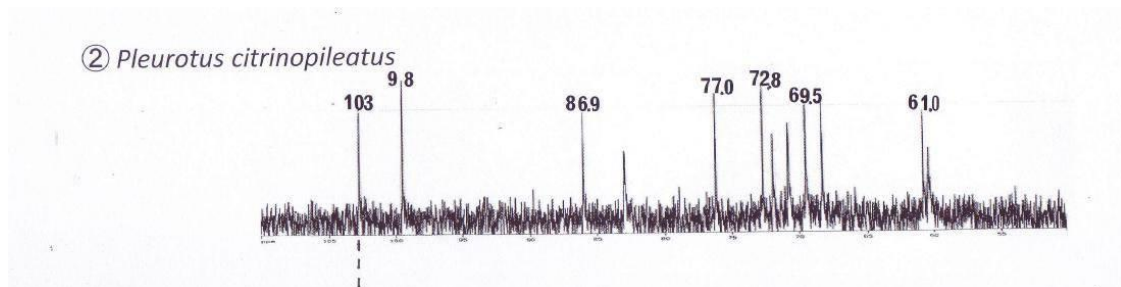
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%BC%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82
25/07/16)



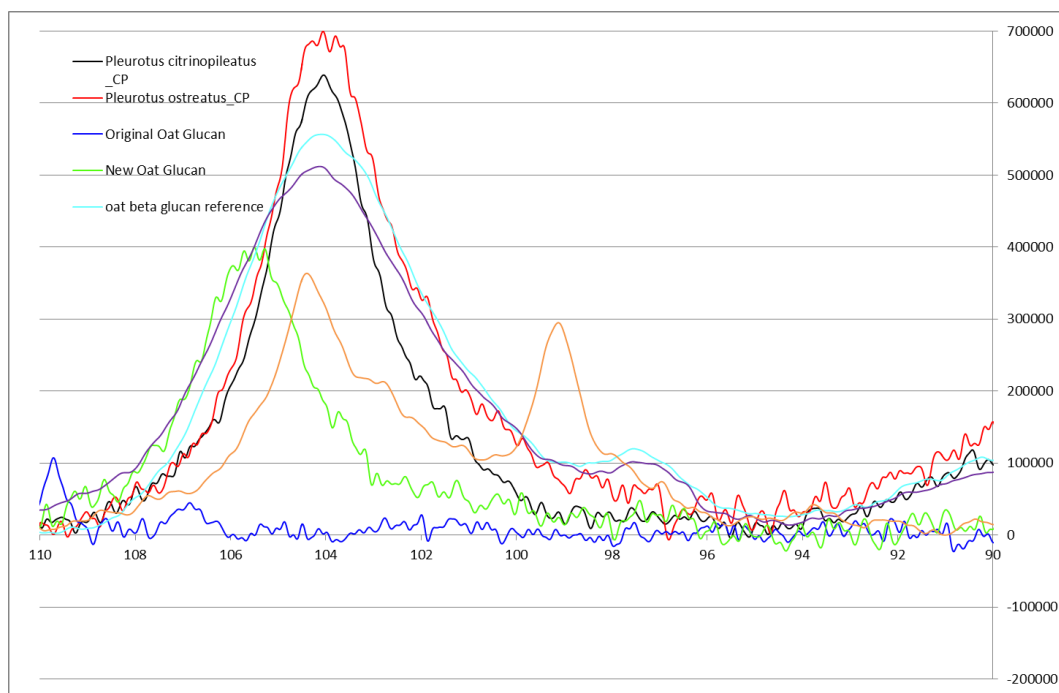
Εικόνα 10: Μηχανήματα NMR. Δεξιά, μηχανήματα NMR 300 OXFORD. Αριστερά, μηχανήματα NMR 600 BRUKER.

6.2. Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

Για την καταγραφή ενός NMR φάσματος μιας οργανικής ένωσης, το δείγμα διαλύεται σε κατάλληλο διαλύτη, τοποθετείται σε ένα μακρύ και στενό υάλινο σωλήνα, διαμέτρου περίπου 5 mm και με ένα κατάλληλο μηχανισμό φέρεται στο διάκενο των δύο πόλων του NMR οργάνου όπου και περιστρέφεται. Το εισαγόμενο στο σωλήνα δείγμα πρέπει να είναι ελεύθερο από προσμείξεις που προκαλούν διεύρυνση των κορυφών συντονισμού. Ο χρησιμοποιούμενος διαλύτης πρέπει να μην περιέχει πρωτόνια στη δομή του. Ο πλέον χρησιμοποιούμενος διαλύτης είναι το δευτεριωμένο χλωροφόρμιο (CDCl_3). Άλλοι χρησιμοποιούμενοι διαλύτες είναι ακετόνη- d_6 , διμεθυλο- d_6 -σουλφοξείδιο, D_2O , κ.λ.π. Στην συγκεκριμένη άσκηση η τεχνική του NMR θα χρησιμοποιηθεί για την ταυτοποίηση της β-γλυκάνης στη βρώμη και σε δύο είδη μανιταριών, το *Pleurotus Citrinopileatus* και το *Pleurotus Ostreatus*.



Εικόνα 11: Η NMR φάσμα της β-γλυκάνης σε *Pleurotus Citrinopileatus*



Εικόνα 12: Η NMR φάσμα της β-γλυκάνης σε βρώμη, *Pleurotus Citrinopileatus* και *Pleurotus ostreatus*

Όπως παρατηρούμε στην *Εικόνα 11* και *Εικόνα 12* η χημική μετατόπιση της β-γλυκάνη εμφανίζεται στα 103 με 104 ppm και για τη βρώμη και για τα μανιτάρια. Με

τον όρο χημική μετατόπιση (chemical shift) εννοούμε την ορισμένη εκείνη θέση της περιοχής συχνοτήτων του NMR φάσματος στην οποία εμφανίζεται η κορυφή απορρόφησης ενός πρωτονίου ή ομάδας ισοτίμων πρωτονίων. Η χημική μετατόπιση μετράται σε μονάδες δ (ppm) σε σχέση με ένα σταθερό σημείο αναφοράς. Το αναφερόμενο σημείο είναι η θέση εκείνη όπου εμφανίζεται η κορυφή απορρόφησης των πρωτονίων του τετραμεθυλοσιλανίου (TMS) και αυθαίρετα ορίζεται ως $\delta=0$. Η μονάδα μέτρησης της χημικής μετατόπισης δ (ppm) ορίζεται σαν το πηλίκο της συχνότητας σε Hz του συγκεκριμένου πρωτονίου προς τη συχνότητα σε Hz του NMR οργάνου. Επομένως το δ δεν έχει διαστάσεις και είναι ανεξάρτητο του οργάνου που χρησιμοποιείται. Τέλος το εμβαδόν μιας απορρόφησης είναι ευθέως ανάλογο προς τον αριθμό των πρωτονίων τα οποία είναι υπεύθυνα για την εμφάνιση αυτής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1). Aman P. and Graham H. (1987). Analysis of Total and Insoluble Mixed-Linked (1→3), (1→4)-β-D-Glucan in Barley and Oats. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 35, 704-709
- (2): Andriy Synytsya, Katerina Micková, Alla Synytsya , Ivan Jablonsky , Jirí Speváček , Vladimír Erban , Eliška Kováříková , Jana Copíková. (2009). Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity, pp.548-556
- (3): Asif Ahmad¹, Bushra Munir², Muhammad Abrar⁴, Shaukat Bashir¹, Muhammad Adnan³ and Tahira Tabassum¹, Perspective of β-Glucan as Functional Ingredient for Food Industry,(2012), pp. 2
- (4). Braaten J.T., Wood P.J., Scott F.W., Wolynetz M.S., Lowe M.K., Bradley-White P., and Collins M.W. (1994). Oat beta-glucan reduces blood cholesterol concentration in hypercholesterolemia subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 48, 465-474.
- (5). Brennan S.C. and Cleary L.J. (2005). The potential use of cereal (1→3,1→4)-β-D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*, 42, 1- 13.
- (6) Buliga, G. S., Brant, D. A., & Fincher, G. B. (1986). The sequence statistics and solution configuration of a barley (1→3), (1→4)-D-glucan. *Carbohydrate Research*, pp. 139-156.
- (7) Burkus Z. and Temelli F. (2000). Stabilization of emulsions and foams using barley β-glucan. *Food Research International*, 33 (1), 27-33
- (8) Cavallero A., Empilli S., Brighenti F. and Stanca AM. (2002). High(1→3)(1→4)-β-Glucan Barley Fractions in Bread Making and their Effects on Human Glucemic Response. *Journal of Cereal Science*, 36, 59-66
- (9) Cervantes-Martinez C.T., Frey K.J., White P.J., Wesenberg D.M. and Holland J.B. (2001) Selection for Greater β-glucan Content in Oat Grain. *Crop Science*, 41, 1085-1091

- (10) Christensen B.E. Ulset A.S., Beer M.U., Knuckles B.E., Williams D.L. Fishman M.L. Chau H.K. and Wood P.J. (2001). Macromolecular characterization of three barley β -glucan standards by size-exclusion chromatography combined with light scattering and viscometry: an inter-laboratory study. *Carbohydrate Polymers*, 45, 11-22
- (11) Clark M, Slavin J. The effect of fiber on satiety and food intake: a systematic review. *J Am Coll Nutr.* (2013),pp. 200-211.
- (12) Cui, S. W. (2001). *Polysaccharides gums from agricultural products: processing, structure and functionality*, Lancaster, USA: Technomic Publishing Company Inc
- (13) Cui S.W. and Wood P.J. (2000). Relationships between structural features, molecular weight and rheological properties of cereal P-D-glucans. In: Nishinari, K., (Ed.) *Hydrocolloids -Part 1*, Elsevier Science BV, Amsterdam, pp. 159-168
- (14) Cui, W., Wood, P.J., Weisz, J., Beer, M.U., 1999. Nonstarch polysaccharides from preprocessed wheat bran: carbohydrate analysis and novel rheological properties. *Cereal Chemistry* 76, pp. 129-133
- (15) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to oat beta-glucan and lowering blood cholesterol and reduced risk of (coronary) heart disease pursuant to Article 14 of Regulation (EC) No 1924/2006/1
- (16) European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy, Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to beta-glucans and maintenance of normal blood cholesterol concentrations (ID 754, 755, 757, 801, 1465, 2934) and maintenance or achievement of a normal body weight (ID 820, 823) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006/1, *EFSA Journal* ,2009; 7(9):1254
- (17) European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy, Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to beta-glucans from oats and barley and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 1236, 1299), increase in satiety leading to a reduction in energy intake (ID 851, 852), reduction of

post-prandial glycaemic responses (ID 821, 824), and “digestive function” (ID 850) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006, EFSA Journal , 2011;9(6):2207

(18) Fengmei Zhu, Bin Du ,ZhaoxiangBian , BaojunXu, (2015). b-Glucans from edible and medicinal mushrooms: Characteristics, physicochemical and biological activities, Journal of Food Composition and Analysis, pp. 165-173.

(19) Hudson C.A., Chiu M.M. and Knuckles B.E. (1992). Development and Characteristics of High-Fiber Muffins with Oat Bran, Rice Bran, or Barley Fiber Fractions. Cereal Foods World, 37 (5), 373-378.

(20) Izydorczyk, M. S., &Biliaderis, C. G. (2000). Structural and functional aspects of cereal arabinoxylans and P-glucans. In G. Doxastakis, & V. Kiosseoglou, (eds.), Novel macromolecules in food systems ,Amsterdam: Elsevier Science B. V,pp. 361-384

(21) Izydorczyk M.S., Macri L.J. and MacEregor A.W. (1998). Structure and physicochemical properties of barley non-starch polysaccharidesII. Alkaliextractable P-glucans and arabinoxylans. Carbohydrate Polymers, pp. 259- 269.

(22) Izydorczyk MS, MacGregor AW. 2000. Evidence of intermolecular interactions of P-glucans and arabinoxylans. Carbohydrate Polymers 41, pp. 417- 420.

(23) Inglett G.E. , (1997). Development of a Dietary Fiber Gel for Calorie-Reduced Foods, Cereal Foods World, 42 (5), 382-385

(24) Inglett G.E. (1990). USDA's Oatrim replaces fat in many food products. Food Technology, 44 (10), 100

(25) Izydorczyk, M.S., Lagasse, S.L., Hatcher, D.W., Dexter, J.E., Rossnagel, B.G., 2005. The enrichment of Asian noodles with fiber rich fractions derived from roller milling of hull-less barley. Journal of Agricultural and Food Chemistry 85, 2094-2104

(26) Inglett G.E. and Grisamore S.B. (1991). Maltodextrin fat substitute lowers cholesterol. Food Technology, 45, 104.

- (27) Kim S. Y Song H. J., Lee Y. Y., Cho K. & Roh Y. (2006). Biomedical Issues of Dietary fiber α -Glucan., pp. 781-789
- (28) Klopfenstein C.F. (1988). The Role of Cereal Beta-Glucans in Nutrition and Health. *Cereal Foods World*, 33 (10), 865-869.
- (29) Knuckles B.E., Hudson C.A., Chiu M.M., Sayre R.N. (1997). Effect of β -Glucan Barley Fractions in High-Fiber Bread and Pasta. *Cereal Foods World*, 42 (2), 94-99
- (30) Kontogiorgos V., Biliaderis C.G., Kiosseoglou V. and Doxastakis G. (2004). Stability and rheology of egg-yolk-stabilized concentrated emulsions containing cereal β -glucans of varying molecular size. *Food Hydrocolloids*, 18, 987-998
- (31) Konuklar G., Inglett G.E., Carriere C.J. and Felker F.C. (2004a). Use of a β -glucan hydrocolloidal suspension in the manufacture of low-fat Cheddar cheese: manufacture, composition, yield and microstructure. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 109-119
- (32) Konuklar G., Inglett G.E., Warner K. and Carriere C.J. (2004b). Use of a β -glucan hydrocolloidal suspension in the manufacture of low-fat Cheddar cheese: textural properties by instrumental methods and sensory panels. *Food Hydrocolloids*, 18, 535-545.
- (33) Lazaridou A., Biliaderis C.G., and Izydorczyk M.S. (2003). Molecular size effects on rheological properties of oat β -glucans in solutions and gels. *Food Hydrocolloids*, 17, 693-712
- (34) Lazaridou A., Biliaderis C.G., Micha-Screttas M., and Steele B.R. (2004). A comparative study on structure-function relations of mixed linkage (1-3), (1-4) linear β -D-glucans. *Food Hydrocolloids*, 18, 837-855.
- (35) Lazaridou A., Biliaderis C.G., and Izydorczyk M.S. (2007), Cereal β -glucans: Structures, Physical Properties, and Physiological Functions In : *Functional Food Carbohydrates*, CRC Press, Taylor and Francis Group. pp. 1-72

- (36) Lyly M., Salmenkallio-Marttila M., Suortti T., Autio K., Poutanen K., and Lahteenmaki L., (2003). Influence of Oat β -glucan Preparations on the Perception of Mouthfeel and on Rheological Properties in Beverage prototypes, pp. 536-541
- (37) Manzanares P. and Sendra J.M. (1996). Determination of Total (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-Glucan in Barley and Malt Flour Samples. *Journal of Cereal Science*, 23, 293-296
- (38) Marconi E., Graziano M. and Cubadda R. (2000). Composition and Utilization of Barley Pearling By-Products for Making Functional Pastas Rich in Dietary Fiber and P-Glucan. *Cereal Chemistry*, 77 (2), 133-139
- (39) Martensson O., Andersson C., Andersson K., Oste R. and Holst O. (2001). Formulation of an oat-based fermented product and its comparison with yogurt. *Journal of Food Agriculture*, 81, 1314-1321
- (40) Martensson O., Oste R. and Holst O. (2002). The effect of yogurt culture on the survival of probiotic bacteria in oat-based, non-dairy products. *Food Research International*, 35, 775-784
- (41) Michaela Havrlentová¹, Zuzana Petrušáková², Alena Burgárová², František Gago³, Andrea Hlinková^{1,3} and Ernest Šturdík (2011)., Cereal β -glucans and their Significance for the Preparation of Functional Foods – A Review pp. 4
- (42) Newman R.K., Newman W.C. and Graham H. (1989). The Hypocholesterolemic Function of Barley β -Glucans. *Cereal Foods World*, 34 (10), 883-886
- (43) Newman R.K., McGuire C.F. and Newman W.C. (1990). Composition and Muffin-Baking Characteristics of Flours from Four Barley Cultivars. *Cereal Foods World*, 35(6), 563-566.
- (44) Queenan K. M., Stewart M. L., Smith K. N., Thomas W., Fulcher R. G. & Joanne L. (2007). Concentrated oat β -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Canada Nutrition Journal*
- (45) Roger Mason,(2001), What is beta glucan ,pp. 18

- (46) Skendi A., Biliaderis C.&, Lazaridou A. and Izydorczyk M.S. (2003). Structure and rheological properties of water soluble P-glucans from oat cultivars of *Avena sativa* and *Avenabysantina*. *Journal of Cereal Science*, pp. 15-31.
- (47) Syed Haris Ali,(2009), The world of β -glucan – a review of biological roles, applications and potential areas of research,pp.40
- (48) Torpy JM, Lynn C, Glass RM. JAMA patient page. The metabolic syndrome.*Journal of the American Medical Association*.2006;295(7):p. 850
- (49) Tudorica C.M., Jones T.R., Kuri V. and Brennan C.S. (2004). The effects of refined barley β - glucan on the physico-structural properties of low-fat dairy products: curd yield, microstructure, texture and rheology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1159-1169
- (50) Vaikousi H., Biliaderis C.G. and Izydorczyk M.S. (2004). Solution flow behavior and gelling properties of water-soluble barley (1-3),(1-4)[^]-glucans varying in molecular size. *Journal of Cereal Science*, 39, 119-137.
- (51) Varum, K. M., &Smidsrod, O. (1988). Partial chemical and physical characterization of (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)-beta-glucans from oat (*Avena Sativa* L) aleurone. *Carbohydrate Polymers*, pp. 103-117.
- (52) Volikakis P., Biliaderis C.G., Vamvakas C. and Zerfiridis G.K. (2004). Effects of a commercial oat β -glucan concentrate on the chemical, physico-chemical and sensory attributes of a low-fat white-brined cheese product. *Food Research International*, 37, 83-94.
- (53) Wood, P. J., Weisz, J., & Blackwell, B. A. (1994a). Structural Studies of (1 \rightarrow 3)(1 \rightarrow 4)[^]-D-glucans by ¹³C-nuclear magnetic resonance spectroscopy and by rapid analysis of cellulose-like regions using high-performance anionexchange chromatography of oligosaccharides released by lichenase, *Cereal Chemistry*, 71, 301-307.

- (54) Wood P.J. (1994b). Evaluation of oat bran as a soluble fibre source.Characterization of oat β -glucan and its effects on glycaemic response.Carbohydrate Polymers, 25, 331-336.
- (55) YokoyamaW.H., HudsonC.A., KnucklesB.E., ChiuM-C.M., SayreR.N., TumlundJR. andSchneemanB.O. (1997).Effect of Barley β -Glucan in Durum Wheat Pasta on Human Glucemic Response.Cereal Chemistry, 74 (3), 293-296
- (56) <https://en.wikipedia.org/wiki/Beta-glucan>15/11/15
- (57)http://heartuk.org.uk/images/uploads/healthylivingpdfs/HUK_factsheet_F09_OatBetaGlucanF.pdf20/02/16
- (58) <http://www.mills.gr/Products.aspx?id=951&lang=el>21/03/16
- (59) <http://www.foodbites.eu/j15/el/trofima/systatika/ydatanthrakes/1417-glucans>11/01/16
- (60) <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B7>27/01/16
- (61) <http://www.mydiatrofi.gr/trofi/trofima/amyloyxa/vromi-ena-sitiro-me-ploysia-diatrofiki-aksia> 13/03/16
- (62) <http://www.herb.gr/index.php/news/Avena-sativa/> 13/03/16
- (63) <https://el.wikipedia.org> 30/02/16
- (64) <http://www.clickatlife.gr/diatrofi/story/7028> 02/04/16
- (65) <https://el.wikipedia.org> 25/11/15
- (66)<http://www.life2day.gr/2013/01/%CE%B7-%CE%B8%CF%81%CE%B5%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%B1%CE%BE%CE%AF%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BF%CE%B9->

[%CE%B5%CF%85%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%B9%CE%B4%CE%B9/](#) 12/04/16

(67)([http://www.superfoods.gr/holistic_life/%CE%BF%CE%B9-%CE%B2-%CE%B3%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CF%82-%CE%BF%CE%B9-%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%AF-%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%85%CF%83%CE%B1%CE%BA%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%AF%CF%84/](#))

(68) [https://el.wikipedia.org](#)10/05/16

(69)[http://nutrition.med.uoc.gr/GreekTables/ximikes_analyseis/ximikes_analyseis_01.htm](#) 10/05/16

(70)[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%BC%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82](#)
25/07/16